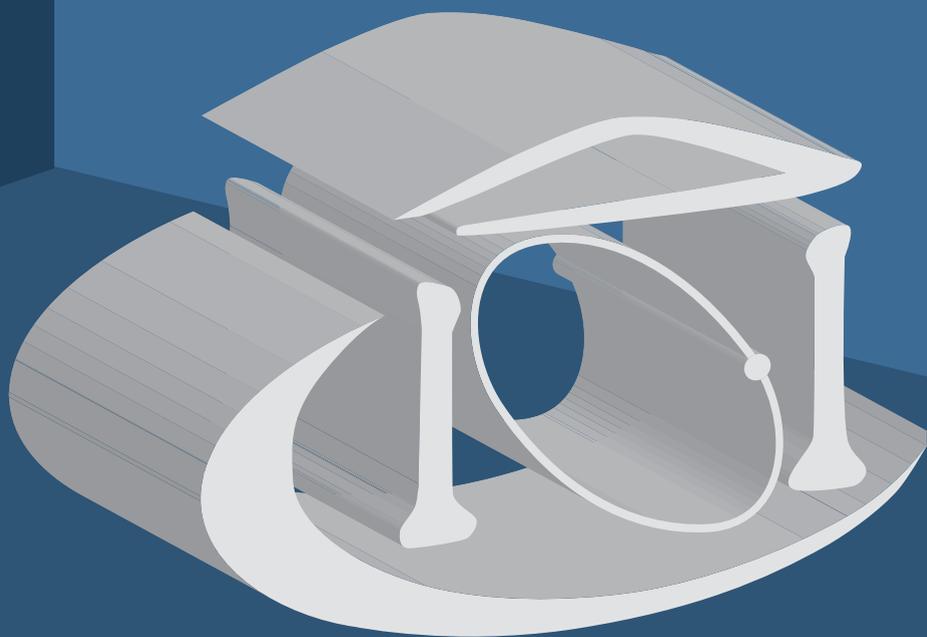


# REFLEXIONES SOBRE CIENCIA EN CUATROCIENTAS PALABRAS

Once años de columnas de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia (2011-2021)



Academia  
asociada al  
Instituto de  
España





**REFLEXIONES SOBRE CIENCIA EN  
CUATROCIENTAS PALABRAS**  
**Once años de columnas de la Academia de  
Ciencias de la Región de Murcia (2011-2021)**





Este libro se ha impreso con financiación y colaboración de la Dirección General de Investigación e Innovación Científica, dependiente de la Consejería de Empresa, Empleo, Universidades y Portavocía de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a quien agradecemos su ayuda.

Esta publicación debe de ser citada como:

Para la obra completa

Pérez-Ruzafa, A., Gacto, M., Tárraga, A., Sánchez-Pedreño, M.A. y Ferrández, A. (eds.), 2022. *Reflexiones sobre Ciencia en cuatrocientas palabras: Once años de columnas de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia (2011-2021)*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia, Murcia. 472 pp.

Para los artículos

Autor, 2022. Título del artículo. En: Pérez-Ruzafa, A., Gacto, M., Tárraga, A., Sánchez-Pedreño, M.A. y Ferrández, A. (eds.). *Reflexiones sobre Ciencia en cuatrocientas palabras: Once años de columnas de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia (2011-2021)*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia, Murcia: xx-xxx pp.

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y ss. del Código Penal).

© Academia de Ciencias de la Región de Murcia, 2022

© Los autores

ISBN: 978-84-09-44018-4

Depósito Legal: MU 832-2022

Imprime: Compobell, S.L., Murcia.

## Índice

Prólogo: Reflexiones sobre ciencia en cuatrocientas palabras .....	19
Aleaciones con memoria.....	20
Aplicaciones de la Geometría .....	21
Lodos procedentes de la depuración de aguas ¿problema o solución? .....	22
Consejos a un joven científico.....	23
Futuros Investigadores .....	24
El sedentarismo juvenil visto por jóvenes .....	25
Las curvas clotoideas.....	26
Sabores.....	27
Biominales .....	28
Fukushima.....	29
Regadíos y alimentos.....	30
2011: año de la química.....	31
Importancia de los antioxidantes en plantas.....	32
In vino sanitas.....	33
Hacer ciencia con ordenadores.....	34
Avances contra el melanoma .....	35
Líquidos iónicos .....	36
Terremotos y energía.....	37
Inención versus descubrimiento en Matemáticas.....	39
Diez años de la Academia de Ciencias.....	40
Australia 2; España 1 .....	41
Hablando de bolas.....	42
Si no está escrito no existe.....	43
Hay otros mundos... pero están en este.....	44
¿Es la universidad la solución?.....	45
Briófitos.....	46
¿Tiene futuro una agricultura sin investigación?.....	47
¿Excelencia universitaria?.....	48
La receta de la Academia .....	49

Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria (IMIB).....	50
El xenón como propulsor espacial del siglo XXI .....	51
Producir más con menos.....	52
¿Cuándo diremos adiós a las gafas? .....	53
El enigma de las nanobacterias .....	54
Movernos por el mundo como función de nuestro cerebro .....	55
¿Más rápidos que la luz? No tan rápido.....	56
Investigación en la encrucijada .....	57
¡Que estudien ellos! .....	58
Arbitraje al sistema financiero .....	59
¿Qué nos hace humanos?.....	60
La naturaleza no dice, susurra.....	61
Excelencia.....	62
¿Invisibles? .....	63
De cómo el sueño influye en la salud.....	64
¿Quién tiene que divulgar la ciencia?.....	65
Ciencia censurada (I) .....	66
Ciencia censurada (II) .....	67
Longevidad y especies reactivas del oxígeno .....	68
¿Hay alguien ahí?.....	69
Científicos y exploradores .....	70
Aceleración del universo .....	71
Nuestra retina y la pantalla “Retina” .....	72
Conflictos bélicos de origen climático .....	73
Belleza en Matemáticas.....	74
Luz azul: ¿ángel o demonio?.....	75
El tamaño sí importa .....	76
¿Correr para ser más listos?.....	77
Una “especie” en peligro de extinción: recolector de plantas.....	78
Educación, investigación y futuro sostenible.....	79
Terapia génica .....	80
¿Hacia una Europa del conocimiento? .....	81

Benzodiazepinas: ¿un descubrimiento casual? .....	82
Hacia el cero absoluto .....	83
Crear o no creer.....	85
Miopes en la oscuridad .....	86
Bosón, Ciencia y Dios .....	87
Encuentros de estudiantes de matemáticas.....	88
Investiga como puedas, pero investiga .....	89
Talento.....	90
El bosón de Higgs .....	91
Un mundo ingrávido.....	92
Casualidad y causalidad.....	93
Terapia celular contra la calvicie .....	94
Excelencia Universitaria en España (o su no existencia).....	95
Campbell, Willmut, Megan, Morag, Dolly y la oportunidad de la información científica.....	96
L'art c'est moi, la science c'est nous.....	97
Lo imposible.....	98
Invertir en investigación agraria .....	99
Mucha Matemática en los Nobel.....	100
¿Hago la tesis doctoral? .....	101
¿Dónde hago la tesis? .....	102
¿Culpable o inocente? ¿Científicos o jueces?.....	103
Matemáticas: filias y fobias.....	104
Para mis alumnos .....	105
Códigos QR.....	106
Procrastinación .....	107
Sensores moleculares.....	108
Control de partículas cuánticas .....	109
Con los cinco sentidos .....	110
El lenguaje secreto de las bacterias.....	111
El ojo biónico .....	112
Mapas cognitivos y técnica de estudio (I) .....	113
Mapas cognitivos y técnica de estudio (II) .....	114

Donde no hay... no busques.....	115
Sostenibilidad y protección de nuestros suelos .....	116
Newton, Keynes y la alquimia.....	117
Ciencia y cosmogonías.....	118
Nuevas terapias contra las enfermedades raras .....	119
Medicina Académica .....	120
De los buenos consejos.....	121
Sin halos coloreados.....	122
Tiempo de selectividad .....	123
Anecdotario docente I.....	124
Anecdotario docente II.....	125
Estudios científicos o informes técnicos.....	126
La magia de ver por los lados .....	127
Residuos orgánicos: una oportunidad .....	128
¿Puede un teorema ser útil contra el cáncer? .....	129
Sana envidia.....	130
Matemática del universo y la vida .....	131
Ciencia y desigualdad .....	132
Plantas para proteger .....	133
Investigando con Europa: agricultura y bioeconomía .....	134
Libros de texto .....	135
El sexo de los Nobel.....	136
¿Qué busca la química?.....	137
Talidomida.....	139
Química con el ordenador.....	140
Bacterias amigas .....	141
Ratones drogadictos .....	142
¡Ojo con las probabilidades! .....	143
Científicos mentirosos .....	144
Aleaciones con memoria de forma.....	145
Universidad de Murcia, ¿el centenario o el “centenariazo”? .....	146
Falsedades en Medicina .....	147

Un microbio inteligente.....	148
Planetas habitables.....	149
Biomoléculas para una agricultura de futuro.....	150
¿Qué puede aportar la Ecología a nuestro día a día?.....	151
Ciencia e información.....	152
Ciencia útil para los más pobres.....	153
Diez razones para ser científico.....	154
Placer y castigo.....	155
Uno de ciencias ante la campaña rectoral.....	156
Multimillonarios por la ciencia.....	157
Los ojos de Helmholtz.....	159
¡Que lenta es la luz!.....	160
El suelo ¿recurso natural sostenible?.....	161
Virus mortales.....	163
La industria química enfocada.....	164
Matemática contra el crimen.....	165
Arte y ciencia ¿dos mundos diferentes? Creo que no.....	166
Edición génica por CRISPR-Cas, una herramienta multiusos.....	167
Tiroteo en Santa Bárbara.....	168
De proteínas, péptidos y comportamientos.....	169
Imprimiendo corazones.....	170
Síntesis orgánica: ciencia y estrategia.....	171
Peleas de científicos.....	172
Se mueve.....	173
Laser y antitumorales.....	174
Ciencia bella.....	175
Sierras con la sogá al cuello.....	176
Nakamura: el Nobel rebelde.....	177
Bacterias y electricidad.....	178
Pérdida de oportunidades.....	179
2015, año internacional del suelo.....	180
Premios Nobel de Física 2014.....	181

Comprométase con la Ciencia.....	182
Vino y ciencia.....	183
75 Aniversario del CSIC.....	184
Virtualidad versus necesidad .....	185
100 años de investigación oceanográfica .....	186
Miedo, virus y comunicación .....	187
Año internacional de la luz.....	188
Universidad en crisis.....	189
Y se hizo la luz láser.....	190
Una obligación ambiental.....	191
¿Chinches en la cama? .....	192
Descubriendo la pólvora .....	193
Polvo eres... o la paradoja de la vida .....	194
El cáncer que se incrementa con el Sol.....	195
Protociencia .....	196
RNAs extracelulares: un nuevo tipo de señal endocrina .....	197
El Mar Menor: Tratamientos sin receta médica .....	198
Terapia con factores de crecimiento celular.....	199
Proyectos LIFE e investigación básica .....	200
Cien años de Relatividad General .....	201
Gente adicta al sol.....	202
EL Glaucoma, una enfermedad degenerativa del sistema visual .....	203
Titanio .....	204
¿Más años o mejor calidad de vida? .....	205
Manzana Arctic, un OMG.....	206
Metales de las tierras raras (I) .....	207
Metales de las tierras raras (II) .....	208
La superficie de Moebius .....	209
La Tiorredoxina: esa pequeña gran proteína.....	210
1865-2015: 150 aniversario de la estructura de Kekulé para el benceno.....	211
¿Es improbable la vida? o ¿quizás es inevitable?.....	212
Qué hacer con nuestros lodos de depuración .....	213

El enigma Majorana.....	214
La atracción de las fronteras .....	215
Sin resistencia no hay trabajo .....	216
Innovación deseable.....	217
Emmy Noether y la Geometría del Universo.....	218
Plagio (I) .....	219
PLAGIO (II).....	220
Polvo de estrellas.....	221
Vida con silicio .....	223
La hipótesis de la Reina Roja.....	225
El óxido nítrico ¿una molécula amiga o enemiga?.....	226
Una domesticación interesante .....	227
El proceso de construirse a uno mismo .....	228
...y la revolución comenzó en Santa Pola .....	229
Loa del éxito ajeno .....	230
Morir para seguir viviendo .....	231
El aire que respiramos.....	232
¿Producción o productividad? .....	233
La geometría global .....	234
Química, salud y bienestar social.....	235
Fluorescencia de Matlalina .....	236
Un mundo sin suelo .....	237
La enseñanza de las ciencias experimentales.....	238
Charles Eugène Delaunay.....	239
Semillas de uva contra el cáncer.....	240
Importancia de las reacciones de transferencia de carga.....	241
El hotelito de Hilbert .....	242
El principio de San Mateo en Ecología .....	243
La percepción de la ciencia por los no-científicos.....	244
El mundo 2d.....	245
Tabaco: algo más que nicotina.....	246
La biología y el comienzo de la vida humana individual.....	247

Cocina y digestión (I) .....	248
Cocina y digestión (II) .....	249
¿Competir o colaborar?.....	250
Quinientas columnas de la Academia.....	251
150 aniversario del concepto de Ecología .....	253
Una paradoja inquietante .....	254
Ferroceno: un organometálico muy versátil.....	255
Terahercios.....	256
El Mar Menor y la destrucción de los hábitats acuáticos .....	257
Somos microbios .....	258
La revolución vegetal: células para fabricar compuestos bioactivos .....	259
La maldición de Casandra .....	260
Antonio Córdoba, Académico de Honor.....	261
Noticias de Adán y Eva .....	262
Del tubo de vacío a la nanoelectrónica .....	263
Abraham Flexner, el visionario .....	264
Dios no juega a los dados ¿o, quizás sí?.....	265
Nanoescala infrarroja .....	266
Ondas gravitacionales.....	267
Navidad e infarto de miocardio .....	268
La botella de Klein .....	269
El Mar Menor y los terrenos marginales en Murcia .....	270
La columna de Winogradsky .....	271
Inmigración y ciencia .....	272
Catástrofes ecológicas .....	273
El sistema de numeración indo-arábigo .....	275
Civilización-tecnología- fútbol .....	276
Algunas reflexiones sobre “La mujer y la niña” en la ciencia .....	277
El día del número $\pi$ (pi).....	278
Residuos domésticos y economía circular: una oportunidad .....	279
¿Se acerca el fin de los empastes dentales? .....	280
El viroma humano .....	281

Progreso Reciente en la Medicina Celular y Molecular con especial atención a la Medicina de Precisión .....	282
El amoniaco biotecnológico .....	283
Mujeres en Ciencia .....	284
La insostenibilidad del desarrollo sostenible .....	285
Yo soy de Ciencias (... y también de Letras) .....	286
Un gigante de la Química Orgánica del siglo XX.....	287
Familias de números.....	288
Descubridores de las ondas gravitacionales .....	289
Un teorema de Euler .....	290
Bernhard Riemann.....	291
A vueltas con el ranking de Shanghai .....	292
El Mar Menor: 20 afirmaciones científicas y una petición desesperada.....	293
La Tabla Periódica: hacia un merecido reconocimiento.....	294
El cielo es azul.....	295
Ni es cielo, ni es azul .....	296
La experiencia matemática de Einstein .....	297
Dicotomías o la necesidad de clasificar .....	298
Metales preciosos para la vida.....	299
Un paseo por la ciencia entre epitafios y tumbas (I) .....	300
Un paseo por la ciencia entre epitafios y tumbas (y II) .....	301
Otra geometría es posible .....	302
J.M. López Nicolás en la Academia .....	303
Big Data y Medicina.....	304
Mundo irreversible .....	305
La enfermedad de Alzheimer: curar, prevenir, retrasar .....	306
Sobre la enfermedad celíaca (I) .....	307
Sobre la enfermedad celíaca (II) .....	308
Sobre la enfermedad celíaca (III) .....	309
Hacia una agricultura sostenible .....	310
Los inesperados efectos de una bacteria .....	311
Las plantas también tienen diabetes .....	312
Elogio y reivindicación de la fricción.....	313

Ciencia, conocimiento, inteligencia y .....	314
Envejecimiento y pérdida muscular: sarcopenia .....	315
Nuestros santos patronos .....	316
Joe Polchinski, in memoriam.....	317
Cuando un error hace justicia .....	318
Analogía cuántica.....	319
1931, el año de Georges Lemaître.....	320
La experimentación animal es necesaria, aunque nos pese.....	321
Brújulas microscópicas .....	322
El sistema circulatorio del planeta se debilita: más allá de la regulación del clima .....	323
Ponga un metal (alcalino) en su cadena (alifática).....	324
Todo lleva todo .....	325
Ciencia y Mundial de Fútbol .....	326
Caminando hacia Horizonte Europa .....	327
Una breve historia de la Ciencia .....	328
El carbono orgánico y la funcionalidad del suelo.....	329
Constelación Galileo .....	330
Microbios bajo la lluvia .....	331
40 años de Ecología en Murcia .....	332
Ciencia ciudadana.....	333
Pasteur y la Química en 3D.....	335
Ciencia, Fe, Razón y Religión .....	336
¿Cuál será el color de nuestro futuro? .....	337
El genial Gerolamo Cardano.....	338
Frankenstein deconstruido.....	339
La importancia de lo invisible en la naturaleza .....	340
Singularidades de género en la Tabla periódica.....	341
El nombre de las bacterias.....	342
Academia de Ciencias: Orgullosos de los premios obtenidos por nuestros académicos.....	343
Especiación .....	344
Los estadios de la verdad: del dato a la pancarta.....	345

La financiación de la ciencia.....	346
Ciencia y parapsicología .....	347
Davos también es ciencia y tecnología.....	348
Tabla periódica, mujeres y ciencia .....	349
Rebeca Gersmann: Científica Pionera en la Biología del Oxígeno y sus Especies Reactivas .....	350
1, 2, 3, 4 dimensiones .....	351
Los rayos N.....	352
Curiosidades del número pi .....	353
Sobre la vida y la muerte .....	354
El Mar Menor ¿bien, gracias? .....	355
“Investigar en la periferia de la periferia” .....	356
Microplástico: palabra del año.....	357
Edad de Plata de la ciencia española.....	358
Terapia con Células CAR-T .....	359
Exceso de confianza.....	360
Tomemos ejemplo de la naturaleza. La bioinspiración .....	361
La antigüedad de la vida .....	362
Centenario del eclipse que catapultó a Einstein a la fama .....	363
Armageddon de insectos y crisis de polinización.....	364
Los consejos de Steven Weinberg.....	365
Epigenética, la reivindicación de Lamarck .....	366
La Academia alcanza su mayoría de edad .....	367
Curiosidades metálicas .....	368
Botija nueva hace el agua fresca .....	369
La oscuridad perdida .....	370
¿Compensación o fraude?.....	371
Otra razón más para cuidar a las abejas: los nuevos usos de la miel en la medicina regenerativa .....	372
Metano en Marte .....	373
Agua regia.....	374
Porqué el compost puede ayudar a salvar el mundo .....	375
Chernóbil y las superbacterias .....	376

Pulmones del planeta...el riesgo de utilizar argumentos equivocados en conservación .....	377
George Bruce Halsted.....	378
Serendipia y ciencia.....	379
En Navidad, regalemos con ciencia.....	380
Impulsando las Matemáticas entre los jóvenes .....	381
Lecciones de la historia .....	382
Lenguas clásicas y Ciencia .....	383
Ciencia y Humanidades .....	384
El europio y los billetes de 500 euros.....	385
Enseñar, formar, educar...adoctrinar.....	386
Litio (el oro blanco).....	387
Hygia pecoris, One Health y la neumonia de Wuhan .....	388
La emergencia de los coronavirus.....	389
Hadronterapia: haces de iones contra el cáncer .....	390
Bicicletas matemáticas .....	391
Las cuatro gemas .....	392
Hoy es el Día de $\pi$ .....	393
Desequilibrios .....	394
La evolución de la pandemia .....	395
A hombros de gigantes.....	396
El coronavirus y la caverna de Platón .....	397
ADN: ciencia y ética.....	399
Apellidos “nobelescos” I: Física y Química .....	401
Apellidos “nobelescos” (y II): un poco de todo.....	402
Math_TalentUM 2020 .....	403
La extensión de la longevidad.....	405
COVID-19 y trombosis .....	406
Transfusión y COVID-19.....	407
El Universo de Platón .....	408
Una reflexión en tiempo de pandemia.....	409
One Health, Una Nueva Salud.....	411
Ciencia independiente .....	412

Bohr y Heisenberg, dos actores Nobel .....	413
Einstein tenía razón .....	414
La evolución y persistencia de la cultura .....	415
Sir Roger Penrose, Premio Nobel de Física 2020 .....	416
Biodiversidad vegetal escondida en el ADN .....	417
Matemáticas en el Princesa de Asturias 2020.....	418
La importancia y el reconocimiento de la investigación básica.....	419
M. Torres, Académico de Honor, in memoriam .....	420
Pandemonio de pandemias.....	421
Euclides, el padre de la Geometría.....	422
Día Internacional del Suelo .....	423
Ganas de saber .....	424
Bienes y servicios de los ecosistemas.....	425
Más espacio y menos tiempo .....	426
Creando cantera .....	427
Feliz año 43x47 (Parte I).....	428
Feliz año 43x47 (Parte II).....	429
El virus de Wuhan, un año después .....	430
¡Un mal de narices! .....	431
La mujer y la niña en la ciencia: ¿qué puedo hacer yo?.....	432
El primer hombre que vio un virus.....	433
Conservación de germoplasma, los bancos de semillas .....	434
Covid-19. Una cura de humildad .....	435
Quiralidad.....	436
Confinamiento: de las lagunas costeras a la gestión de las pandemias.....	437
La mitofagia está en nuestra vida, pero todavía no está en el diccionario.....	438
Ética y credibilidad científica.....	439
La oda a las matemáticas de Maldoror .....	440
El tamaño importa.....	441
Que la fuerza te acompañe (pero respetando las leyes físicas) .....	442
Math_TalentUM 2021 .....	443
¿Funeral por el higo chumbo? .....	444

Los romanos no estaban locos.....	445
Los objetivos de desarrollo sostenible en nuestra vida .....	446
Ecuaciones en tiempos de pandemia (I).....	447
Referentes científicos y el futuro que viene.....	448
Cuando las pelotas surcan el aire .....	449
Análisis de riesgo y coronavirus .....	450
Tordesillas en versión espacial .....	451
Las matemáticas de los frentes atmosféricos.....	453
Los universalistas españoles del siglo XVIII.....	454
Tres gases inorgánicos peligrosos .....	455
Tatuajes científicos.....	456
Sencillo, pero exitosamente funcional.....	457
Los universalistas y Humboldt.....	459
Vacuna contra el cáncer .....	460
La vida y el miedo al agua.....	461
El proyecto DES.....	463
Marie Curie en Murcia .....	465
Multidisciplinariedad .....	466
Elogio del átomo.....	467
Divulgar la ciencia: un deber social .....	468
Estimulación transcraneal, ¿dopaje tecnológico o progreso científico? .....	469
Índice de autores .....	471

## ***Prólogo: Reflexiones sobre ciencia en cuatrocientas palabras***

Divulgar la ciencia, fomentar el sentido crítico y despertar vocaciones científicas, especialmente entre quienes empiezan a formar su personalidad y capacidades profesionales son algunos de los principales objetivos de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Como una de las herramientas para alcanzar dichos fines, desde hace ya 20 años, prácticamente desde su creación, los académicos han escrito una columna semanal, de forma ininterrumpida, excepto en los periodos vacacionales, en la sección de ciencia del suplemento Ababol del diario La Verdad, publicado los sábados. En este volumen se recogen los últimos once años de columnas de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia (2011-2021). Más de 400 columnas escritas en una caja de, aproximadamente, 400 palabras. Los temas tratados son tan heterogéneos como lo son las disciplinas de los académicos, desde los fundamentos físicos y químicos del funcionamiento del universo a los procesos que rigen la vida, desde los genes a los ecosistemas y la biosfera y desde las aplicaciones industriales, biomédicas y desarrollos tecnológicos, a la gestión de los problemas sanitarios, medioambientales y sociales. Todo ello pautado por la iniciativa de los propios académicos, las efemérides y el devenir de los acontecimientos que marcan la actualidad.

Tener que ajustar el mensaje a aproximadamente 400 palabras podría parecer una limitación difícil de superar y que impide desarrollar argumentos complejos que pueden necesitar de explicaciones más o menos detalladas que permitan sentar las bases del tema tratado, especialmente para un público no familiarizado con unas u otras de las disciplinas científicas, que cada vez requieren de una formación más especializada. Sin embargo, lejos de ser una limitación, es un reto que presenta dos ventajas principales, la primera que obliga al que escribe a centrar bien los conceptos y las ideas, eliminar lo accesorio y centrarse en lo esencial del mensaje o de la historia que se desea contar, y la segunda, que la lectura de esta compilación puede hacerse de forma más amena, en pequeñas dosis y de forma salteada en la que el orden y extensión de las lecturas dependen exclusivamente de la curiosidad del lector.

No hay mejor forma de desarrollar el gusto por la ciencia y el sentido crítico inherente a ella que el reflexionar sobre sus logros y principios de forma relajada pero no exenta de profundidad. En un mundo cada vez más saturado de informaciones triviales y noticias falsas, esa capacidad de reflexión, que nos permita discriminar con criterio propio lo falso de la verdad y lo superfluo de lo importante, se hace ya imprescindible si queremos tener un mínimo de esperanza en el futuro. Por ello, sin extendernos más para no sobrepasar en exceso esas 400 palabras, solo nos queda agradecer su lectura y desear que cumpla con el objetivo de que sea instructiva y útil.

Ángel Pérez-Ruzafa

Presidente de la Academia de ciencias de la Región de Murcia, diciembre 2021

## ***Aleaciones con memoria***

Gregorio López López, 5 de febrero de 2011

Aunque representamos a la ciencia como algo que progresa por medio de avances bien pensados, es sorprendente el número de descubrimientos que se producen por accidente. Uno de los ejemplos es el descubrimiento de aleaciones con memoria. La historia se inicia con los intentos para crear una aleación resistente a la fatiga para conos de punta de proyectil para la Armada. El metalúrgico William J. Buehler descubrió que una aleación equimolar de titanio y níquel tiene las propiedades deseadas, y le dio el nombre de Nitinol (de **N**ickel **T**itanium **N**aval **O**rdnance **L**aboratory, el laboratorio donde se inventó).

Como demostración, Buehler tomó bandas rectas y largas de Nitinol y las plegó para darles forma de acordeón; después mostró que el metal se podía alargar repetidamente sin que se rompiera. Esta flexibilidad por sí misma, era una propiedad muy útil. En una de esas demostraciones, uno de los asistentes sacó un encendedor y calentó ociosamente el metal. Para sorpresa de todos, ¡la tira se enderezó! El metal había recordado su forma previa a la de acordeón. En un metal ordinario, el plegamiento hace que los cristales vecinos resbalen unos sobre otros. La estructura cristalina del Nitinol se compone de cubos de átomos de níquel con un átomo de titanio en el centro de cada cubo, en tanto que los átomos de titanio forman conjuntos también cúbicos con un átomo de níquel en el centro. Esta estructura entrelazada impide que los cristales vecinos se desplacen unos respecto a otros e imparte las propiedades superelásticas al material. A temperaturas elevadas la fase simétrica (austenita) es estable, pero al enfriarse la aleación experimenta un cambio de fase dando una estructura cúbica deformada (martensita). En esta fase los cristales tienen la flexibilidad suficiente para que sea posible doblar una y otra vez el metal sin que se fracture. Un calentamiento moderado basta entonces para devolver a los cristales su forma original.

El Nitinol tiene muchas aplicaciones, entre ellas la fabricación de frenos de ortodoncia más cómodos y eficientes. Las pinzas automáticas constituyen otro uso. El especialista en el oído dobla las puntas de las pinzas para abrirlas, las desliza al interior del oído del paciente hasta que las puntas rodean el objeto extraño y aplica una pequeña corriente al alambre para calentarlo; el cambio de fase que se produce cierra las puntas sobre el objeto, con lo cual este se puede extraer sin peligro.

## **Aplicaciones de la Geometría**

Pascual Lucas Saorín, 12 de febrero de 2011

Es conocido el debate entre los partidarios de la existencia de una “matemática aplicada” frente a aquellos otros que opinan que existe una única matemática, cuyos resultados podrán tener, o no, una aplicación en otras ramas científicas, ya sea inmediatamente o en un futuro más o menos lejano. Yo me declaro seguidor de los segundos, y en esta columna quisiera traerles un ejemplo.

Una de las líneas de investigación del grupo “Geometría Diferencial y Convexa” de la Universidad de Murcia ha sido el estudio de problemas de optimización en diferentes contextos; en particular, la obtención de desigualdades relacionando diversas medidas geométricas de un conjunto convexo. Aunque cada desigualdad obtenida tiene interés en sí misma, tanto matemáticamente como por sus consecuencias más o menos directas en problemas de optimización, a partir de aquí podemos plantearnos otro problema “puramente matemático”: si una familia de desigualdades relacionando varias magnitudes es suficiente para determinar la existencia de un conjunto que tenga como medidas cualesquiera valores que cumplan las citadas relaciones. Este problema equivale a estudiar una cierta región del plano, el llamado diagrama de Blaschke-Santaló. W. Blaschke, en 1916, fue el primer matemático que se planteó la cuestión de encontrar el mínimo número de desigualdades necesarias, relacionando el volumen, el área de superficie y la anchura media, para determinar un cuerpo convexo. El grupo ha conseguido cerrar varios casos que permanecían abiertos desde 1961, sobre la determinación de las familias completas de desigualdades para diversas ternas de medidas geométricas.

Lo sorprendente de la investigación anterior, realizada dentro del ámbito teórico de la Geometría Convexa, es que ha sido utilizada, pasados más de diez años, en otras investigaciones relacionadas con la medicina. Concretamente, el Departamento de Imagen y Morfología del Centro de Ingeniería y Salud (de la Escuela Nacional Superior de Minas de Saint-Etienne, Francia) está trabajando en un proyecto de investigación sobre ingeniería biomédica para “mejorar la evaluación de la calidad del endotelio corneal humano”, en el cual es de capital importancia las investigaciones sobre los diagramas de Blaschke-Santaló realizados en el grupo de investigación de la Universidad de Murcia.

Parece evidente, pues, que la investigación sobre cuerpos convexos realizada en la UMU puede considerarse aplicada. Sin embargo, ¿pensaba Blaschke a principios del siglo XX que sus investigaciones sobre cuerpos convexos tendrían alguna vez alguna utilidad fuera de las matemáticas? Y el gran matemático español Luis A. Santaló, Premio Príncipe de Asturias en 1983, ¿se imaginaba a mediados del siglo XX que sus trabajos sobre la geometría convexa podrían utilizarse en biomedicina? La respuesta a ambas preguntas es, probablemente, negativa.

## **Lodos procedentes de la depuración de aguas ¿problema o solución?**

Carlos García Izquierdo, 19 de febrero de 2011

Los lodos son un residuo orgánico que se genera en los procesos de tratamiento de depuración de aguas residuales, mayoritariamente de origen urbano. Dichos lodos están incrementando su volumen debido a la necesidad de depurar nuestras aguas para reutilizarlas cuando sea posible, en particular en zonas como la Región de Murcia, deficitaria en recursos hídricos. La acumulación incontrolada de lodos puede suponer un grave “problema” de contaminación e infestación (microorganismos patógenos, contaminantes de diversa índole, etc.). La Región de Murcia cuenta con suelos deficitarios en materia orgánica; el aporte a los mismos de una fuente exógena de materia orgánica de calidad (los lodos tienen alto contenido de materia orgánica y nutrientes), siempre que dicha adición respete la protección de los suelos receptores (la adición de lodos no debe incorporar metales pesados, contaminantes orgánicos no deseables, o elevada salinidad), constituye sin duda una estrategia adecuada (“solución”) para evitar su degradación y desertificación, mejorando además su fertilidad y productividad. Los lodos pueden introducirse en el suelo directamente siempre que cumplan ciertos condicionantes, o bien pueden previamente someterse a procesos biotecnológicos como el compostaje.

La Unión Europea aprobó hace pocos años la “Estrategia Temática para la Protección del Suelo”, preámbulo de una nueva Directiva. En ella, se considera la pérdida de materia orgánica como una de las principales amenazas para la degradación del suelo, y se señala que aquellos materiales orgánicos como los lodos, adecuadamente pretratados y con limitado contenido en elementos peligrosos, constituyen una fuente inestimable de materia orgánica, tanto para suelos agrícolas como para aquellos degradados necesitados de recuperación. Además, la adición de lodos al suelo contribuye a fijar carbono en dicho suelo, mitigando en parte el efecto invernadero al evitar desprendimientos de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Interesa establecer una normativa clara sobre la posibilidad de aplicación de lodos al suelo, para que ello suponga una “solución para nuestros suelos, y no un problema social”. Dicha normativa debería concretar qué tipos de lodos son aptos para reciclarlos en suelos, sus mejores condiciones de uso, así como la obligación de mantener un control exhaustivo sobre suelos receptores de lodos, para comprobar que no existen riesgos derivados de la mencionada aplicación, y sí existe un beneficio en esos suelos. El Real Decreto 1310/1990 contempla estos aspectos, si bien interesa poner al día y modificar esta normativa, sobre la base de nuestros actuales conocimientos.

## ***Consejos a un joven científico***

José S. Carrión García, 26 de febrero de 2011

Hace unas semanas la Academia de Ciencias nos invitó a unos cuantos a una Mesa Redonda para debatir sobre el futuro de los jóvenes investigadores en el panorama científico-tecnológico español. El foro resultó estimulante y lo cierto es que quedaron aspectos por discutir. Mi contribución en esta columna pretende prolongar el debate.

Comenzaría afirmando que lo mejor que puede hacer un joven científico, más que obsesionarse con la planificación y la gestión del tiempo, es tratar de buscar oportunidades para la conversación y la correspondencia con gente inteligente que le preceda en su campo. Hay cierta evidencia sociológica de que esto proporciona utensilios valiosos para la edificación personal y para la generación de ideas. Es importante, sin embargo, no caer en la mitificación de la personalidad. La mayoría de los individuos exitosos, con independencia de su capacidad intelectual y de su mérito profesional, son personas que han gozado de uno o varios episodios de buena suerte, de alguna contingencia favorable en su biografía. Hay mucho narcisismo en nuestra profesión, a muchos la serotonina y la dopamina les sube con sólo aparecer por la puerta de una sala de conferencias.

Ante un resultado científico provocador, o que pueda brindar polémica por ir contra los antecedentes, conviene andar con pies de plomo. La publicación es obligada y debe ser inmediata, pero las formas de abordar el trabajo previo deberían estar provistas de la elegancia emocional necesaria para no despertar pasiones negativas en buena parte de la audiencia. Los científicos no somos ajenos a la búsqueda y preservación del poder. Y algunos colegas consagrados tomarán una discrepancia metodológica o conceptual como un ataque personal.

El científico joven debe tratar de llevar una vida ordenada y saludable, dormir bien, comer sano, el ejercicio físico no debería ser negociable para mantener un cerebro felizmente creativo. Conviene también asumir y disfrutar de un tiempo de nomadismo; viajar y trabajar en otros centros es crucial para la formación y proporciona la perspectiva necesaria para abordar cualquier reto experimental o académico.

Finalmente, creo que es obligatorio que un científico, más todavía si está comenzando su carrera, mantenga unos niveles altamente saludables de escepticismo. Este es un activo que cabe cultivar. Tarde o temprano, alguien vendrá con nuevos datos y acabará con el modelo que tanto esfuerzo nos costó elaborar. Se ha dicho, con acierto, que la ciencia avanza de funeral en funeral.

## **Futuros Investigadores**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 5 de marzo de 2011

Acudía semanas atrás a una actividad con jóvenes de bachiller organizada por el IES Alquibla de La Alberca, en el que casi un centenar de ellos asistía expectante a las explicaciones del ingeniero espacial Ernesto Álvarez hablando del diseño de la nave “Orión” en su trabajo en la NASA. Y en este sentido, estamos asistiendo estos días a una serie de actividades que merecen ser destacadas, cuyo principal objetivo es el de transmitir la pasión por la ciencia y la tecnología a estudiantes de secundaria, bachiller y universitarios y de este modo ir promoviendo el grupo selecto de candidatos que deberán ocupar en un futuro próximo los puestos de científicos

Y entre ellos, sabiendo que dejaré alguno por olvido, el IES Floridablanca, con su director Fernando Ureña al frente, que un año más acaba de celebrar su tradicional semana de la ciencia, una semana llena de conferencias y actividades que tienen como objetivo despertar en los estudiantes de secundaria la pasión por la ciencia. Las olimpiadas científicas destinadas a los alumnos de bachillerato y secundaria se multiplican; nuestra Academia de Ciencias acaba de entregar los premios Jóvenes Científicos edición 2010, y la Facultad de Veterinaria ha celebrado esta semana el innovador I Congreso Nacional Científico de Alumnos, con más de un centenar de trabajos presentados por alumnos universitarios de todo el país.

Una serie de actividades que tienen su extensión en certámenes nacionales como son Arquímedes, celebrado el pasado año en la Universidad de Murcia, o el certamen de Jóvenes Investigadores. Un goteo incesante de actividades que se suman a otras como La Noche de los Investigadores, la Semana de la Ciencia y la Tecnología como gran referente en la Región de Murcia, Campamentos Científicos de Verano o el Congreso Regional de Investigadores Junior, entre otros. En definitiva, una cascada de actividades, no suficientemente reconocidas en ocasiones, que tienen por objetivo llevar la ciencia y la tecnología a los más jóvenes, en unas edades en las que el despertar la pasión por la ciencia es determinante.

Y parece que va surtiendo efecto ya que el porcentaje de jóvenes que tienen interés por la ciencia parece ir en aumento, como sucede en la sociedad en general según los datos preliminares del estudio nacional de percepción social de la ciencia y la tecnología 2010. Y, a buen seguro, quienes organizan todas estas actividades tienen su grado de culpa.

Esperemos que este testigo sea recogido y que el número de científicos y tecnólogos se incremente en la medida que este país urgentemente necesita.

## ***El sedentarismo juvenil visto por jóvenes***

Ángel Ferrández Izquierdo, 12 de marzo de 2011

Expertos advierten que el sedentarismo es un factor de riesgo cerebral. El sedentarismo hace estragos entre los adolescentes. En pocos años nos enfrentaremos a una epidemia de obesidad. Estas noticias se publicaron hace poco en este diario y resultan tan preocupantes que Elena Conesa García y Teresa Belchí Marín, alumnas de 1º de bachillerato de Ciencias del IES Floridablanca, se decidieron a profundizar en el asunto.

Bajo la acertada dirección de la profesora Marién Almécija Martínez, eligieron, al azar, 82 jóvenes del centro, 41 de cada sexo, de entre 14 y 17 años, para preguntarle por sus hábitos diarios. Han descubierto que los menores de 16 años, cuando salen con amigos, el 26% pasea (actividad no sedentaria, pero suave), el 24% va al cine (18'5% chicas y 5'5% chicos, siempre en este orden), el 22% de bares (13% y 9%), mientras que el 16'5% practica algún deporte, aunque aquí sólo el 2% son mujeres. En cuanto al ocio, las chicas prefieren el cine o el paseo y sólo el 3'6% hace deporte, el cual es el preferido de los chicos. En cuanto al método de distracción favorito en su tiempo libre, el 43% prefiere el ordenador (24% y 19%), unas dos horas diarias; sólo el 15% se decantan por el deporte (3% y 12%). A la televisión le dedican entre una y dos horas diarias (el 40%).

Los mayores de 16 años se muestran más activos, pues el 43% practica deporte a menudo, manteniendo la notable diferencia 32-11 entre hombres-mujeres. El 21'5% visita con frecuencia los bares. Curiosamente, en chicas, hacer deporte, ir al cine o de bares alcanza idéntico valor del 23%, mientras que el 60% de los chicos practica deporte y el 20% se va de bares. En cuanto a la distracción favorita en su tiempo libre, el 57% prefiere el ordenador (39% y 18%) y le dedica más de dos horas diarias; y el 22% opta por el deporte (4% y 18%). Ahora la tele es menos atractiva (el 29%).

Se dice que una persona es sedentaria cuando realiza una actividad física moderada (pasear, caminar o subir/bajar escaleras) menos de media hora al día. El 25% de la muestra aseguraba realizar un ejercicio diario de más de una hora, el 19% alrededor de una hora y el 18% no llegaba a media hora.

Las patologías asociadas a este régimen de vida juvenil son tan conocidas como alarmantes: cardiovascular, hipertensión, diabetes, ansiedad y depresión, entre otras. ¿Acaso la sociedad del bienestar conduce a una juventud desgastada y envejecida? El trabajo ha merecido el premio, ex aequo, de la Academia para Jóvenes Científicos de 2010.

## **Las curvas clotoides**

Ángel Ferrández Izquierdo, 19 de marzo de 2011

La Matemática está muy presente en nuestra vida diaria, pero suele pasar desapercibida por falta de una adecuada explicación. Un grupo de chavales del colegio Monteagudo -Miguel Matías, Carlos Miraz, Borja Moreno y Alejandro Solano- dirigidos por el profesor Francisco Crespo Cutillas, ha hecho un generoso esfuerzo por mostrar un caso muy práctico: la clotoide y sus aplicaciones.

A finales del s. XIX, el diseño de líneas ferroviarias se vio necesitado de contar con curvas que enlazaran de forma gradual trazados rectos y curvos, problema que fue resuelto por una curva que comienza siendo recta (no tiene curvatura) y se va combando a medida que su longitud va creciendo hasta curvarse como un arco de circunferencia. Esa es la definición intuitiva de la clotoide. Estas curvas eliminan la brusquedad, es decir, favorecen la seguridad y el confort de los viajeros, en el tránsito de un tramo recto a otro circular.

Fue James Bernoulli, en 1694, quien encontró una clotoide cuando se propuso hallar la forma de una barra elástica, fijada en un extremo, al aplicar un peso en el otro. En 1818, Augustin Fresnel, desconociendo lo anterior, encontró de nuevo esta curva estudiando la difracción de la luz, trabajo que completó Alfred Cornu, quien la dibujó con toda precisión y por ello la curva también es conocida como espiral de Cornu. Su aplicación a las trayectorias ferroviarias se debe a Arthur Talbot en 1890.

La parte más interesante del trabajo se centra en la construcción de un algoritmo que, implementado en un programa de ordenador, informa si una curva es o no una clotoide y en la definición de un indicador para averiguar la peligrosidad de un enlace recta-curva. Veamos algunos ejemplos. El indicador del nudo CT32-N343 en Cartagena es muy bajo, es decir, está muy bien trazado y, por tanto, es bastante seguro. Sin embargo, el mismo indicador es muy alto en la salida de la M-40 hacia la M-607, lo que da idea de su extrema peligrosidad, por lo que en Madrid se la conoce como la curva de la muerte. El algoritmo se podría incorporar a un GPS para ayudar en la toma de precauciones ante una curva peligrosa.

Este interesante trabajo también ha sido recientemente galardonado, ex aequo, con el premio de la Academia de Ciencias para Jóvenes Científicos en su edición 2010.

## **Sabores**

Félix Romojaro Almela, 26 de marzo de 2011

Hasta hace relativamente poco tiempo, el problema prioritario de la alimentación era asegurar un nivel mínimo de alimentos a la población. Los avances socioeconómicos han modificado las tendencias de consumo, exigiendo todos los sectores implicados una mayor calidad de los alimentos.

La calidad sensorial es la que considera primordial el consumidor europeo a la hora de comprar el alimento. El análisis organoléptico es una disciplina científica que permite valorar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales del alimento y son apreciadas por los sentidos del gusto, vista, olfato, tacto y oído.

El centro receptor fundamental del gusto es la lengua y cuenta para ello con papilas sensitivas distribuidas de forma irregular sobre su superficie. Las papilas que juegan un papel en la percepción gustativa son las filiformes y caliciformes, situadas, respectivamente, en la punta y laterales de la lengua. Estas papilas son responsables de la percepción de los sabores dulce, salado, ácido y amargo, lo que convierte a la lengua en un órgano de apreciación zonal.

Aunque los occidentales consideramos exclusivamente estos cuatro sabores, los orientales, hace ya mucho tiempo, catalogaron un quinto sabor que inicialmente lo identificaron en las sopas de algas y salsas de soja y posteriormente en otros muchos alimentos. Dicho sabor se denominó, en japonés, “umami” y se puede traducir literalmente por “sabroso”

Definido el descriptor, se identificó la zona de la lengua donde estaban situados los receptores de este nuevo sabor y el compuesto responsable de su excitación. Las investigaciones situaron el lugar de recepción en la zona media de la superficie de la lengua e inicialmente se aisló el glutamato como responsable del umami. Posteriormente se encontró que la adición o presencia en el alimento de los 5'ribonucleótidos, 5'inosinato disódico y 5'guanilato disódico, aumentaban la percepción umami. La detección de receptores específicos en la lengua que identifican el grupo carboxilo del ácido glutámico supuso la prueba definitiva para considerarlo como un sabor básico. Por el contrario, el picante no puede considerarse como sabor, ya que su detección se debe a una sensación de dolor.

Aunque donde primero se apreció el umami fue en preparaciones culinarias asiáticas, en la cocina occidental también se encuentra en numerosos alimentos. Curiosamente, nuestro primer contacto con el umami se produce cuando degustamos la leche materna; posteriormente también lo encontramos en quesos, carnes, pescados, mariscos, moluscos, té, salsa de tomate o jamón ibérico, entre otros.

## **Biominaerales**

Rafael Arana Castillo, 2 de abril de 2011

Como indica su nombre, los biominaerales son minerales que se forman en el interior de la materia viva, animal o vegetal. Se trata de compuestos orgánicos cristalinos y su número se ha incrementado notablemente en los últimos años a medida que han avanzado las investigaciones. Son algo más de 60, en su mayor parte sales de calcio, hierro o magnesio y se caracterizan por formar agregados cristalinos separados por un material orgánico como colágeno o quitina. Los tres grupos más numerosos son los fosfatos (16 especies), carbonatos (10) y sulfuros (10), pero también hay sulfatos, óxidos de hierro y de manganeso, cloruros, fluoruros, silicatos, oxalatos, uratos e incluso azufre elemental.

Los biominaerales son el resultado de una serie muy compleja de reacciones en ciertas células de los organismos que van a dar lugar a la formación de huesos, dientes, caparazones, cáscaras, perlas, corales y otros muchos materiales a temperatura ambiente. Estas condiciones se han tratado de reproducir en el laboratorio para obtener numerosos productos industriales con unas características mecánicas muy superiores a las conocidas en la actualidad en materiales industriales pero los ensayos realizados no han logrado los resultados esperados debido a la gran complejidad del mecanismo de formación de estos biominaerales. Un ejemplo típico es la cáscara del huevo de aves, reptiles y otros organismos, que tiene una estructura formada por cuatro capas de enorme complejidad y en la que cada una se adapta perfectamente a la función que va a desarrollar en el crecimiento del nuevo individuo.

Otros estudios de gran interés se han desarrollado sobre los tejidos óseos y los caparazones, formados por miles de pequeños cristalitos que forman estructuras con superficies curvas y suaves muy compactas. De especial interés es la formación de fosfatos, carbonatos y ópalo biogénico en conchas de bivalvos y caparazones de gasterópodos, constituidos por carbonato cálcico (calcita, aragonito o vaterita), huesos (principalmente apatito) y otros órganos animales y vegetales.

Se ha investigado con gran detalle la formación del nácar en los moluscos, de las perlas naturales y de los dientes poniendo de manifiesto una secuencia de procesos de una belleza excepcional a escala microscópica. También existen biominaerales perjudiciales en las litiasis biliares y urinarias conocidas como cálculos y que requieren tratamiento médico a fin de eliminarlas. Menos frecuentes son otros cálculos en amígdalas, bronquios, cabellos, intestino, saliva y páncreas con trastornos siempre importantes. Para seguir avanzando en la ciencia, las investigaciones deben centrarse en los mecanismos naturales más sencillos en la formación de biominaerales.

## ***Fukushima***

Francisco J. Murillo Araujo, 9 de abril de 2011

Como en 1979, cuando el accidente nuclear de Three Mile Island, o 1986, cuando el accidente más devastador de Chernobil, los desgraciados sucesos recientes de Japón han llevado a los medios de comunicación términos como sievert (unidad de medida de la dosis efectiva de radiación), yodo radioactivo, mutación, cáncer... Para asustarse un poco, no sin razón. Los elementos radiactivos, en particular si emiten la llamada radiación gamma, provocan alteraciones en el material genético que desembocan en la aparición de mutaciones, incrementando así la frecuencia de tumores, o si afectan a células germinales (óvulos o espermatozoides) la aparición en los descendientes de enfermedades hereditarias.

Numerosísimas observaciones con organismos de experimentación y algún estudio de poblaciones expuestas a accidentes nucleares demuestran sin lugar a dudas los graves efectos de una dosis intensa de radiación, aunque sea de duración corta. Es el triste caso de Chernobil, donde se cuentan más de 6.000 casos de cáncer de tiroides, la mayoría en personas que entonces eran niños y que presuntamente bebieron leche de vacas alimentadas con pasto contaminado con yodo radioactivo. El yodo es esencial para la producción de una hormona importante que secreta el tiroides, la tiroxina, y nuestro organismo, que no distingue entre una u otra forma del yodo, tiende a acumularlo en esa glándula. De ahí que una de las primeras medidas de las autoridades japonesas fuera distribuir tabletas de yodo. La idea es saturar la glándula de yodo no radioactivo y que, digámoslo así, no quede sitio para el yodo radioactivo, que sería excretado.

Más difícil resulta establecer las consecuencias de una exposición a dosis bajas de radiación gamma. Una razón es puramente estadística. En cualquier población, del orden de un tercio de los individuos acaban desarrollando un cáncer de uno u otro tipo. El incremento de esa incidencia en un uno por mil, o incluso en un uno por ciento, no sería fácil de detectar, a menos que se haga un seguimiento de centenares de miles de individuos, cosa nada sencilla. Conviene decir que, basándose en datos obtenidos con organismos de experimentación, muchos científicos creen que existe una relación aproximadamente lineal entre dosis y efecto y, por tanto, que no hay un "umbral inocuo" de radiación gamma. Si es así, establecer una zona de exclusión alrededor de Fukushima de tantos o cuantos kilómetros no sería más que un gesto político para infundir una falsa seguridad.

## **Regadíos y alimentos**

Antonio Cerdá Cerdá, 16 de abril de 2011

Según datos de la FAO, en el año 2050 vivirán en nuestro planeta 9.000 millones de personas. A este crecimiento demográfico hay que añadir los crecientes porcentajes de población en los países emergentes y sus mayores exigencias en condiciones de vida y en productos alimenticios, tanto de superior calidad, como de un mayor contenido en proteínas de origen animal. Esto implica necesariamente aumentar la producción de alimentos en un 70 % en los próximos 40 años. De hecho, países ricos en liquidez, pero escasos en recursos, se están asegurando la alimentación del futuro haciendo un acopio de miles de hectáreas, incluso de regiones enteras, en países pobres.

Paralelamente a esta creciente demanda de alimentos, es necesario un aumento de los recursos hídricos de buena calidad, tanto para el sector agrícola, como para el abastecimiento de ciudades e industrias. La cantidad de agua dulce que a través del ciclo hidrológico se renueva cada año, es suficiente para cubrir las necesidades actuales y futuras del planeta. La lluvia media anual en el mundo es de 110.000 Km<sup>3</sup>, de los cuales unos 40.000 Km<sup>3</sup> se transforman en escorrentía, que sirven para rellenar las reservas de agua superficiales y subterráneas. Del total de este recurso, entre 9.000 y 14.000 Km<sup>3</sup> son utilizados anualmente. Estos datos, sin embargo, podrían dar una impresión falsa de que en el futuro no habrá problemas de agua. Cosa menos cierta debido a su desigual distribución, es que, en las zonas áridas y semiáridas del mundo, el agua siempre ha sido un recurso limitado, lo que ha conducido a la utilización de aguas no convencionales, tales como aguas residuales debidamente tratadas.

En este contexto, la agricultura está llamada a ser el sector estratégico en el futuro para satisfacer la creciente demanda de alimentos por la humanidad. Se abren nuevas posibilidades para esta actividad que, ante un incremento de la demanda, ésta sólo puede ser satisfecha apostando fuertemente por la investigación agronómica y aumentando los regadíos. Por ello, el regadío y su eficiencia jugarán un papel fundamental. La mejora integral y la modernización de la superficie regable en el mundo, junto con el desarrollo de estrategias adecuadas para la gestión del suelo, el agua y los cultivos, serán la clave para ganar en competitividad y producir más alimentos de mejor calidad y con menos consumo de agua. Pasar del secano al regadío es uno de los caminos más rápidos para remediar la falta de alimentos en el mundo.

## 2011: año de la química

Alberto Requena Rodríguez, 30 de abril de 2011

Acabo de presenciar una conversación entre dos estudiantes, de ambos sexos, que en la Facultad de Química recorrían un largo pasillo, sin mucha seguridad de que les llevara a alguna parte. Conversaban sobre amonio, amoniaco, hidroxilo y agua en un *totum revolutum*, que revelaba que no necesariamente tenían alguna idea clara de lo que manejaban. Es posible que esta generación bolognesa llegue a ser hasta peligrosa en un laboratorio. El tiempo dirá si lo que estamos haciendo es realmente útil o incluso merecerá la pena olvidarlo, si se puede. Dudas hay más que sobradas.

Y todo ello, en un año como éste, dedicado a la Química, con mayúsculas, me hace rememorar lo disparatado que resulta el empleo generalizado del apelativo químico en su más nefasto, negativo y deplorable significado. La Sociedad, y en especial desde algún talibanismo ambientalista, incapaz de distinguir entre uso y abuso, entre Ciencia y transgresión de la conciencia; ese mismo fundamentalismo que clama por un cavernarismo y que hace ojos ciegos y oídos sordos al progreso y confunde actitudes sociales deplorables con aportaciones científicas, que prefiere la negación, impedimento o limitación del progreso científico porque no es capaz de afrontar la alternativa regulación de su uso, que, en el fondo, clama por una libertad manipulada a priori, por el escaso convencimiento de que la libertad es la única aliada del progreso. Ese mismo fundamentalismo es el que ha hecho olvidar que es la Química, la Ciencia molecular por excelencia, que explica los hechos naturales más descollantes, formula hipótesis acertadas sobre nuestro comportamiento, justifica la conducta de la Naturaleza, aporta soluciones para remediar abusos, explica la empatía, razona sobre la justificación molecular del amor, o del pensamiento, del funcionamiento de órganos y seres, interpreta dolencias y propone remedios.

La ONU declara la Química como Ciencia creativa esencial para mejorar la sostenibilidad de nuestros modos de vida y para resolver los problemas globales y esenciales de la Humanidad, como la alimentación, el agua, la salud, la energía o el transporte. ¡Nada menos! No estará nada mal que este año dediquemos algo de tiempo a informarnos de por dónde van y han ido las cosas, e incluso a identificar quien o quienes han mantenido conductas desviadas. Será el mejor tributo a una Ciencia que siempre estuvo a la altura.

## ***Importancia de los antioxidantes en plantas***

Francisca Sevilla Valenzuela, 14 de mayo de 2011

En plantas, al igual que en animales y en humanos, la ubicuidad de las Especies Reactivas del Oxígeno (ROS, de las siglas en inglés) determina la existencia de una serie de sistemas antioxidantes que incluyen enzimas (antioxidantes enzimáticos) y metabolitos de bajo tamaño molecular, como el ácido ascórbico (o vitamina C) y el glutatión.

El ácido ascórbico es el antioxidante por excelencia en plantas, en las que presenta un elevado contenido, y fallos en su síntesis pueden ser totalmente letales para ellas debido a las múltiples funciones que este antioxidante desempeña. Entre éstas destaca la defensa frente al peróxido de hidrógeno, una de las ROS más abundantes a nivel celular.

El crecimiento de plantas en ambientes desfavorables o con recursos limitados, como es el caso de suelos de secano o regadío con elevado contenido en sales, condiciones que concurren en la agricultura de nuestra región, pueden limitar gravemente la producción agrícola y su calidad final. En estas situaciones se produce un incremento en la generación de ROS en la planta, que si no se contrarresta, generará la oxidación de los componentes celulares (proteínas, ácidos nucleicos y lípidos), que conlleva una pérdida de su función. De la capacidad de la planta para aumentar sus niveles de ascorbato y glutatión, junto con el de otros sistemas antioxidantes, va a depender en gran medida su crecimiento y adaptación a tales condiciones desfavorables.

Esta relación ROS-antioxidantes no es tan simple. En los últimos años ha tenido lugar una “verdadera revolución conceptual” que ha llevado a un cambio en el paradigma en el que las ROS, consideradas como “moléculas dañinas” a las que hay que eliminar, se describen como moléculas que están implicadas en complejas redes de señalización de cambios en el entorno. Esta función de señalización permitirá a las ROS controlar el proceso de crecimiento vegetal y de aclimatación frente a cambios medioambientales. En este escenario juega también un papel fundamental el estado de oxidación/reducción del ácido ascórbico y del glutatión actuando como moléculas señalizadoras.

Es un hecho que, debido a su naturaleza sésil, las plantas han sido capaces de explotar y de dominar con éxito la química del oxígeno y de sus especies reactivas. El avance en el conocimiento de esta capacidad ayudará a responder a uno de los retos más importantes de este siglo: la necesidad de incrementar, bajo unas condiciones de recursos limitados, la producción de alimentos de calidad, de fibra y de biocombustibles.

## ***In vino sanitas***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 21 de mayo de 2011

El vino forma parte de la cultura mediterránea y se ha usado desde la antigüedad con fines medicinales. Pero refiriéndonos ya a los tiempos contemporáneos, se extendió popularmente la idea de que el vino, consumido moderadamente, podría ser saludable frente, por ejemplo, a enfermedades cardiovasculares. Esta idea se popularizó primero en los Estados Unidos. La historia del periodismo televisivo recoge el programa de la cadena CBS "60 Minutos" (1991) en el que el epidemiólogo Serge Renaud se refirió a la *Paradoja Francesa*, según la cual, pese a que los franceses ingieren muchas grasas saturadas y colesterol tienen una relativamente baja incidencia de enfermedades cardiovasculares por su consumo de vino tinto. Muchos estudios epidemiológicos se han realizado desde entonces que muestran que el vino tinto puede tener efectos beneficiosos, cuando se consume con moderación. Pero dada la compleja composición química del vino no es una tarea fácil el averiguar a qué componente se deben los efectos beneficiosos. Se sugirió que se debería al efecto antioxidante de compuestos tales como los polifenoles que se publicó inhiben la oxidación de las lipoproteínas LDL, proceso relacionado con la aterosclerosis. Sin embargo, se ha observado que las concentraciones que se alcanzan en sangre de estos antioxidantes, no son suficientes para justificar este efecto. Algo similar sucede con el resveratrol que según se cree popularmente es el responsable de los efectos saludables del vino, pero un consumo moderado de vino tinto no puede dar niveles de resveratrol en sangre suficientes, para justificar esta creencia. El resveratrol puro se vende hoy en día en las farmacias, pero aunque su ingesta se ha demostrado que es beneficiosa frente a más de una patología, no está claro que sus efectos a las dosis elevadas que se aconsejan, tengan que ver con lo que se puede esperar del consumo moderado de vino tinto. Otro candidato son las procianidinas que inhiben la producción de endotelina-1, implicada en la aterosclerosis y que puede actuar a concentraciones más bajas que otros. Es interesante que la composición del vino depende del tipo de uva y crianza, y habría que tratar de correlacionar efecto y composición en cada caso. Seguramente hay más de un compuesto beneficioso para la salud en el vino, actuando a muy bajas concentraciones sobre rutas de señalización celular. En resumen, el consumo moderado del vino es beneficioso, pero se necesitan más estudios para averiguar por qué.

## **Hacer ciencia con ordenadores**

José García de la Torre, 28 de mayo de 2011

Hace unas décadas, la imagen de un laboratorio de investigación en Química era la de un lugar en el que un químico con bata blanca manejaba líquidos o sólidos con llamativo aspecto, en recipientes diversos: matraces, probetas, buretas, pipetas, crisoles, etc. Podría verse también algún aparatoso (con botones, cables, lucecitas...) instrumento de ensayo o medida. En los laboratorios en los que yo estudié y me inicié en la investigación, en España, estos últimos aparatos eran escasos, por su elevado coste. Bueno, cabe mencionar otra imagen, la de los científicos teóricos que, con papel, lápiz, y su mente lúcida, descubrían principios básicos.

Pero otro entorno para hacer Química, y ciencia en general, se vislumbró en la década de los 70 al aparecer los ordenadores. Ya por entonces investigábamos campos, entonces bastante ignotos, pero que hoy tienen nombres propios muy divulgados: ciencia de materiales, nanotecnología, proteómica, etc. Los sistemas, muy complicados, eran de difícil estudio, tanto en laboratorio como mediante las teorías básicas. Pero los ordenadores nos ayudaron. Implementando los principios básicos en programas para ordenadores, éstos podían ocuparse de los tediosos cálculos necesarios requeridos para aplicar los principios básicos a los sistemas complejos, para hacer predicciones – como alternativas a los experimentos convencionales de laboratorio. Este enfoque de cálculo numérico o simulación en ordenador se vio inicialmente con cierto escepticismo (algunos nos decían que eso no era “simular”, sino “disimular”). Pero el tiempo ha puesto las cosas en su sitio.

Hoy en día, para diseñar un nuevo fármaco, un proceso esencial, previo a los ensayos *in vitro* o *in vivo*, es la predicción, *in silico*, mediante ordenador, de cómo una molécula interaccionará con la proteína – diana a la que va dirigida. Y el diseño de un material plástico requiere predicciones del comportamiento de las macromoléculas (polímeros) que lo componen. Para ello se dispone, como herramientas, no solamente de ordenadores baratos o potentes, sino también de programas de ordenador gratuitos o comerciales. El conocimiento de estas herramientas es fundamental en la formación y en la actividad profesional de científicos e ingenieros. Pero todavía hay trabajo por hacer. Es necesario desarrollar nuevos, más avanzados y potentes programas que permitan resolver futuros problemas. Así, no solamente la solución de esos problemas, sino también la investigación sobre las metodologías, y en particular sobre esos programas de ordenador que posibiliten resolverlos, es un objetivo científico por sí mismo, y de indudable importancia.

## **Avances contra el melanoma**

Cecilio J. Vidal Moreno, 4 de junio de 2011

Cuando se acerca el verano, conviene recordar el riesgo que supone tomar el sol sin las debidas precauciones. El melanoma es el cáncer de piel más frecuente y grave. Los pacientes con melanoma metastásico apenas sobreviven al año del diagnóstico. Pruebas recientes con ratones modificados genéticamente han demostrado la relación entre la radiación ultravioleta, la invasión de la piel por macrófagos (uno de los tipos celulares de la sangre), la liberación de interferón-gamma, la proliferación y migración de los melanocitos a la epidermis, y la aparición de melanoma. La presencia de macrófagos productores de interferón-gamma en el 70% de los melanomas y la acción activadora del interferón sobre un conjunto de genes que impulsan la división celular y detienen la muerte celular hacen del interferón-gamma un objetivo terapéutico de gran interés para combatir el melanoma.

Por otra parte, la mitad de los melanomas humanos expresan formas mutadas de la proteína quinasa Raf-b, en estado activo permanente. En dicho estado, Raf-b favorece la división sin control de las células y el desarrollo de melanoma. Después de probar sin éxito el Sorafenib, un fármaco contra el cáncer de riñón que inhibe otra proteína quinasa, en los tres últimos años se han desarrollado y probado dos inhibidores específicos de Raf-b, los antitumorales PLX4032 (Plexxikon, PLX) y GSK2118436 (GlaxoSmithKline, GSK). Administrados por vía oral a pacientes con Raf-b mutado, estos inhibidores reducen la superficie del melanoma un 30-100% en el 90% de los casos. Es pronto para saber si mejoran la supervivencia del enfermo.

Pese al éxito de las pruebas, sólo la mitad de los melanomas contienen Raf-b mutado ¿qué hay de la otra mitad? Para ellos se ha desarrollado una vacuna contra la proteína gp100 específica de los melanocitos. La administración conjunta de la vacuna y el compuesto Ipilimumab (Bristol-Meyer Squibb), que activa varias clases de linfocitos T, ha dado resultados alentadores: el tumor se redujo en el 10% de los pacientes y no aumentó en el resto. Como los inhibidores de Raf-b aumentan la síntesis y presentación de la proteína gp100 en células de melanoma, al tiempo que mejoran su reconocimiento por los linfocitos T, los oncólogos han depositado grandes esperanzas en las terapias combinadas que, por un lado, frenen la actividad quinasa de Raf-b (y de otras proteínas) y, por otro, estimulen el sistema inmunitario.

## **Líquidos iónicos**

M<sup>a</sup> de los Ángeles Molina Gómez, 11 de junio de 2011

Como es conocido, el medio líquido es el ideal para el estudio de las reacciones químicas, porque resulta mucho más sencillo de utilizar en la práctica que el medio gaseoso aunque su análisis teórico resulta mucho más complejo. Hasta el siglo XIX el único medio líquido utilizado en química era el agua, por lo que las transformaciones materiales estudiadas dentro de este disolvente estaban limitadas por la solubilidad de los reactivos. Este hecho dio lugar a la sucesiva aparición de nuevos y diferentes disolventes: orgánicos (nitrilos, hidrocarburos...), amoníaco líquido, compuestos nitrogenados, fluidos supercríticos, etc.

Algunas reacciones que exigen el uso de una fuente externa de corriente como, por ejemplo, la obtención del aluminio metálico, deben transcurrir en medios iónicos líquidos, utilizándose para este fin hasta fechas relativamente recientes sales fundidas, como la sal común o cloruro sódico fundido. A pesar de sus ventajas, este tipo de sales fundidas tienen serios inconvenientes para ser usadas como medio de reacción, ya que debido a su elevada temperatura de fusión resultan muy corrosivas y difíciles de manejar.

En la actualidad se denominan líquidos iónicos a aquellos líquidos formados por iones que son líquidos a temperatura ambiente o próxima a la temperatura ambiente. Estos líquidos, de una gran importancia en química y en electroquímica fueron descubiertos por Hurlly y Weis en la década de los 50, pero fue mucho después cuando, realizando sus estudios electroquímicos, se observaron sus peculiares propiedades e interesantes aplicaciones. Así, en la actualidad se les considera como “disolventes verdes” frente a los disolventes orgánicos debido a sus bajas emisiones atmosféricas, debido a sus bajas presiones de vapor, y a la posibilidad de la neutralización de sus residuos, ya que cuando la densidad del líquido iónico es muy diferente a la densidad de los productos de reacción se puede realizar la separación entre ambos por decantación. No obstante, su relativa solubilidad en agua puede producir la contaminación de la misma.

Entre sus múltiples aplicaciones, además de su capacidad para disolver numerosas sustancias, podemos destacar: su uso como adhesivo en la fabricación de nuevas pinturas, su utilización en la síntesis de fármacos, sus aplicaciones como fluidos en ingeniería, para la modificación superficial de materiales en forma de nanopartículas y para el aumento de la estabilidad de células fotovoltaicas entre otras. En la actualidad, se plantea la fabricación de un potente telescopio en el que un líquido iónico actuaría como soporte de finísimas partículas de cromo y plata.

## **Terremotos y energía**

Francisco García Carmona, 18 de junio de 2011

En los últimos meses dos terremotos nos han sacudido, uno por su magnitud, el de Japón, y otro, por su proximidad en nuestra querida Lorca. Según los expertos no podemos todavía predecir en qué momento se van a producir, pero sí sabemos que lugares son más propensos de sufrir estos fenómenos; por lo que sí podemos minimizar sus consecuencias con los conocimientos técnicos y científicos que tenemos. En Lorca, con una construcción más acorde con el hecho de encontrarnos en una zona de alto riesgo sísmico. En el caso de Japón, la situación es algo más compleja, pues una parte de sus consecuencias están relacionadas con la necesidad que tiene nuestra sociedad de obtener ingentes cantidades de energía y las decisiones políticas de obtener parte de ella en centrales nucleares como la de Fukushima, quizás la única solución posible en su momento.

El llamado accidente nuclear de Fukushima ha movilizado conciencias políticas como en Alemania donde la canciller Angela Merkel ha anunciado que el futuro energético de Alemania no será nuclear. La pregunta que debemos contestar es si ¿esto es posible?, sin duda la respuesta desde el conocimiento y la tecnología hoy en día es: si, es posible.

Las tecnologías para obtener energías renovables, tanto termosolar, como eólica están suficientemente maduras y en ambas la contribución española es pionera y competitiva, este hecho tiene que ver, de una forma muy destacada, con nuestras empresas de estos sectores que han apostado por la innovación, el desarrollo tecnológico y la internacionalización.

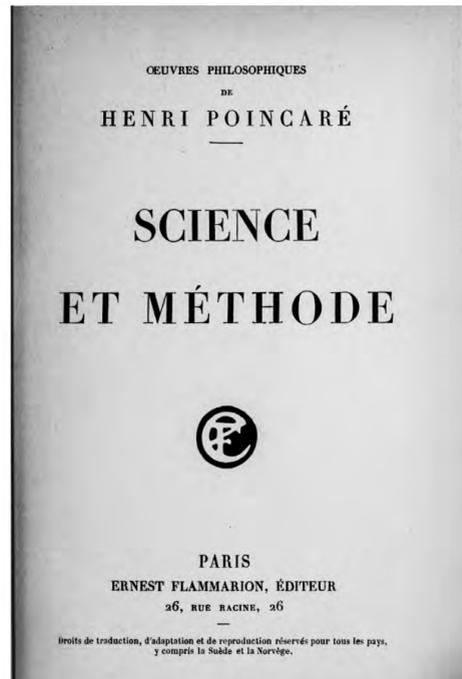
Algunos ejemplos son: La sevillana Abengoa que está construyendo una enorme planta solar en Arizona, proyecto que fue respaldada por el presidente Obama al anunciar un préstamo garantizado de 1.450 millones de dólares. Esta planta abastecerá a 70.000 hogares y evitará la emisión de 475.000 toneladas de dióxido de carbono al año. En el campo de los aerogeneradores destaca Gamesa con plantas de producción en España, India, China, Brasil y EEUU, cuya planta en Pensilvania recibió la vista de Obama el pasado 6 de abril.

Esto hace que España disponga de tecnología propia y del tejido industrial necesario para poder obtener energías renovables que nos pueden permitir independizarnos completamente de las nucleares y en buena parte de nuestra altísima dependencia del petróleo.

De hecho, según Eurostat, en el 2009 el 9.3% de la energía consumida en España procede de energías renovables, mientras en Alemania fue el 8.5%, en Francia el 7.5 y en Reino Unido el 3%. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía la energía eólica fue la energía más utilizada en España en marzo de este año.

*“Uno puede asombrarse de ver que se invoca la sensibilidad a propósito de demostraciones matemáticas, las cuales parece que solo pueden interesar a la inteligencia. Esto sería olvidar el sentimiento de la belleza matemática, de la armonía de los números y de las formas, de la elegancia geométrica. Se trata de un sentimiento auténticamente estético que conocen todos los verdaderos matemáticos; se trata, sin duda, de sensibilidad.”*

*“¿cuáles son los seres matemáticos a los que atribuimos este carácter de belleza y elegancia y que son capaces de provocarnos una emoción estética? Son los que tienen sus elementos armoniosamente dispuestos, de manera que el espíritu puede abarcar sin esfuerzo el conjunto al mismo tiempo que penetra en los detalles.”*



Henri Poincaré (1854-1912) y su publicación Ciencia y método, en base a una conferencia impartida en 1908 sobre la “Invención matemática”: *“Es por la lógica por la que demostramos pero por la intuición por la que descubrimos”.*

## ***Invención versus descubrimiento en Matemáticas***

Pascual Lucas Saorín, 25 de junio de 2011

Acaba de llegar a mis manos un ejemplar del libro “Psicología de la invención en el campo matemático”, de Jacques Hadamard, reeditado por la Real Sociedad Matemática Española con motivo de la celebración en 2011 de su centenario. Hadamard escribió este libro durante su estancia en Estados Unidos, donde se había refugiado tras huir de Francia durante la Segunda Guerra Mundial. Lo publicó en 1945 en la editorial de la Universidad de Princeton y dos años después, Luis A. Santaló lo tradujo al castellano y lo publicó en Argentina, dentro de la colección “Historia y Filosofía de la Ciencia” que dirigía Julio Rey Pastor para la editorial Espasa-Calpe.

Antes de Hadamard, el ilustre matemático H. Poincaré ya se había ocupado de este tema, publicando en 1908 uno de los trabajos más famosos sobre la descripción de lo que sucede en la mente de un matemático (“Mathematical Creation”, en “The Foundations of Science”). Poincaré sostiene que la intuición de orden matemático, que hace adivinar las armonías y las relaciones ocultas, no puede pertenecer a todo el mundo. E insiste: sólo aquél que disponga de una sensibilidad estética especial puede ser un verdadero inventor. Además, afirma Poincaré que la inspiración sólo se produce después de varios días de esfuerzos, que han parecido infructuosos y donde se ha creído no hacer nada bueno, en los que da la impresión de haber tomado un camino equivocado. Y después del momento inspirador es necesario otro periodo de duro trabajo, para ordenar y redactar tanto los resultados como sus demostraciones.

Hadamard, en su obra, analiza y diferencia dos aspectos de la creatividad: el descubrimiento y la invención. El primero es dar a conocer algo que existía previamente, mientras que el segundo consiste en idear o construir algo que no existía con anterioridad. Muchas veces no es fácil distinguir uno de otro. Hadamard se inclina por el descubrimiento en matemáticas, al afirmar que las verdades matemáticas (los teoremas) existen antes de que los matemáticos las “descubran”. Pero lo más sorprendente es que resalta el papel del elemento afectivo en la creación matemática: los estados emocionales pueden favorecerla o desfavorecerla. Y coincide con Poincaré en que la intervención del sentido de la belleza constituye un medio indispensable de descubrir: “no podemos olvidar el sentimiento de belleza matemática, de armonía de los números y de las formas, de la elegancia geométrica, que constituye un verdadero sentido de lo bello, conocido por todos los matemáticos y que con seguridad pertenece a la sensibilidad emocional”.

## ***Diez años de la Academia de Ciencias***

Pablo Artal Soriano, 2 de julio de 2011

La Academia de Ciencias de la Región de Murcia cumple diez años. Nació con el siglo para llenar un vacío y cumplir una misión importante. Les recuerdo que la Academia es una corporación de derecho público compuesta por algunos de los mejores científicos de la Región. Y su misión es promover la ciencia mediante actividades, como la organización de conferencias y coloquios o la convocatoria de premios para fomentar las vocaciones científicas en los jóvenes. La Academia tiene como segunda misión asesorar en materias científicas a las diversas administraciones o entidades que lo soliciten. Además, la Academia insiste permanentemente frente a los responsables políticos de la importancia, más vital ahora que nunca, de mejorar la ciencia y la educación, cuyas debilidades lastran la competitividad y por ello nuestro futuro.

Durante estos diez años, la Academia ha realizado numerosos actos, ha publicado cientos de columnas como esta y ha mantenido una presencia continuada en nuestra sociedad. Cumplir años es una buena excusa para, por un lado, renovar nuestro compromiso con la mejora de la ciencia y la educación. Y por otro lado es de justicia mirar hacia atrás y agradecer a quienes han ayudado a la Academia de Ciencias en su andadura hasta llegar aquí. Angel Ferrández tuvo la visión y la dedicación necesaria para ponerla en marcha y ha sido su presidente durante nueve de los diez años. En este tiempo, todos los académicos han sabido hacer un hueco en sus agendas para participar en muchas actividades con generosidad. La Fundación Seneca de la Región de Murcia ha financiado nuestras actividades de manera continuada. Las instituciones a las que pertenecemos los académicos, las Universidades de Murcia y Politécnica de Cartagena y el CSIC han aportado ayuda material y logística. La Fundación CajaMurcia con la cesión de sus instalaciones para celebrar nuestros actos solemnes y este diario por abrirnos sus páginas para la columna semanal han contribuido enormemente a nuestra misión.

El próximo día 26 de septiembre celebraremos un acto académico para conmemorar los diez años de la Academia de Ciencias. Nombraremos académico de honor a Rafael Rebolo y daremos públicamente las gracias a quienes nos han ayudado. Como en todos nuestros actos, la asistencia será libre y aunque revestido de formalidad, será sin duda interesante, así que querido lector apasionado por la ciencia, anote la fecha y venga a celebrar el cumpleaños de la Academia con nosotros.

## **Australia 2; España 1**

Pablo Artal Soriano, 9 de julio de 2011

Si esta fuera la noticia del resultado de la final del próximo mundial de fútbol, todo el país estaría conmocionado. Obviamente no lo es, pero estos números representan bien la realidad económica que diferencia los dos países. Australia está a más de 17000 km de nosotros continuando hacia el sur y hacia el este durante más de 24 horas de avión. Es un país enorme con una extensión 15 veces mayor que España, con una población de menos de la mitad, 22 millones de australianos frente a 46 millones de españoles. Pero con la mitad de población que España, Australia tiene un producto interior bruto (PIB) casi igual que nuestro. Eso significa, de manera simplista y aproximada, que cada australiano tiene una productividad doble a la de cada español.

Les escribo esta columna en Sidney, donde me encuentro realizando una estancia de año sabático. En el tiempo que llevo aquí, ciertamente no me ha parecido que mis colegas australianos, o las gentes en las calles, desplieguen una actividad inusitada. Más bien la atmósfera del suave invierno austral de estas latitudes me ha resultado aparentemente muy relajada.

¿Dónde se pueden encontrar las diferencias que hacen que en Australia la economía no deje de crecer y no conozcan la crisis? Por supuesto que existen muchos otros factores y que la explicación es más compleja, pero me quiero fijar especialmente en la inversión que Australia ha hecho en las últimas décadas en educación y ciencia. La educación es uno de los negocios más rentables de Australia atrayendo estudiantes de todos los niveles, especialmente de Asia. A la investigación científica se dedica un 2.4% del PIB. Esto es el doble en porcentaje respecto a lo que se hace en España, pero sería cuatro veces superior al considerarse por habitante. Por supuesto no es sólo una cuestión de cantidad de dinero. La inversión en ciencia en Australia ha tenido sus peculiaridades. Desarrollaron unos centros que llamaron de investigación cooperativa para favorecer el intercambio de conocimientos entre el mundo académico y las empresas. Y el modelo parece haberles funcionado muy bien para aumentar su competitividad. No se trata de que cada australiano trabaje el doble que nosotros, sino que lo hace probablemente en sectores que son el doble de productivos. Deberíamos como país cambiar cuanto antes la forma de jugar para dar la vuelta al marcador en este partido, el de nuestra competitividad, que es el realmente importante.

## **Hablando de bolas**

Ángel Ferrández Izquierdo, 16 de julio de 2011

Todos los niños saben –o deberían saber– que una circunferencia, o círculo, es una curva cerrada y plana caracterizada por la propiedad de que todos sus puntos equidistan de uno, llamado centro. Es decir, dados un punto (que tomaremos como centro y podemos imaginar como un clavo en el suelo) y un trozo de cuerda de dos metros (que tomaremos como radio), sujetado al clavo, podemos dibujar sobre la arena de la playa un círculo de radio dos. Tomando ese círculo y su interior, tenemos un disco cuya área, que también sabemos calcular, es cuatro veces (el cuadrado del radio) el número pi ( $\pi=3'1415\dots$ ). Si le circunscribimos un cuadrado, su área es la base por la altura, es decir, dieciséis metros cuadrados.

Damos un paso más y con el mismo razonamiento llegamos a una esfera (un globo muy redondo), cuyos puntos también equidistan de uno, llamado centro. Pero, cuidado, pues ahora estamos en las tres dimensiones espaciales habituales, es decir, largo, ancho y alto. De nuevo, con un punto (el centro) y una cuerda de dos metros fijada a un clavo, su extremo libre dibujaría un vistoso globo de dos metros de radio. Llamemos bola al globo más su interior, es decir, al globo lleno de agua. Lo equivalente al área de antes sería ahora el volumen de la bola, que sabemos que es ocho veces (el cubo del radio)  $4\pi/3$ . Si le circunscribimos un cubo, su volumen es largo por ancho por alto, es decir, 64 metros cúbicos.

Los matemáticos, gente inquieta y curiosa, extendiendo las anteriores observaciones a dimensiones superiores, han demostrado que, tomando la cuerda de longitud medio metro, mientras el volumen del cubo circunscrito siempre vale uno, resulta que el volumen de la bola de radio  $1/2$ , a partir de la quinta dimensión, se hace cada vez más pequeño, hasta el punto de que para dimensiones muy grandes ese volumen se acerca rápidamente a cero. ¿No es eso contrario a la intuición?

Pero hay más, pues se sabe que, a medida que aumenta la dimensión, el volumen de la bola correspondiente se concentra, ¡en un 96%! en torno a una estrecha bufanda alrededor del Ecuador. Este hecho, de nuevo contrario a la intuición, es una maravilla matemática digna de dar a conocer a los amantes y curiosos de tan extraordinaria ciencia.

## ***Si no está escrito no existe***

Pablo Artal Soriano, 23 de julio de 2011

En la ciencia, lo que no está escrito no existe. El científico, tras haberse planteado un problema y realizado estudios y experimentos, sólo habrá contribuido al avance de la ciencia cuando los resultados se hayan publicado. Habrán pasado el filtro que supone la revisión por censores anónimos previa a la publicación en una revista científica periódica.

¿Significa esto que todo lo publicado debe considerarse como una verdad absoluta? Obviamente, no. Lo que sí es cierto es que cada artículo publicado es como una pieza del gran entramado de la ciencia. Está basado en lo publicado previamente y la intención del científico es que en el futuro otros lo usen. No todas las publicaciones tienen la misma importancia, ni un impacto similar. Algunas por sí solas revolucionan sus campos y miles de futuras publicaciones se basan en ellas. Muchas otras, sin embargo, quedan en el olvido de las bibliotecas y nadie más se preocupará por ellas. El prestigio de una revista se basa en la calidad y credibilidad de los artículos que publica. Las revistas más prestigiosas e influyentes no están libres de artículos poco importantes, e incluso erróneos, pero en promedio sus artículos suelen tener un impacto mayor.

¿Y qué ocurre con lo que se escribe fuera de las revistas científicas? Hoy en día se encuentran montañas de información con un cariz más o menos científico en la red. Sin embargo, a efectos de la construcción y avance de la ciencia es, al menos de momento, casi como si no existiera. Un fenómeno interesante es la proliferación de miles de blogs que tratan de ciencia. Algunos son extraordinarios y normalmente informan sobre lo que se ha publicado antes en revistas científicas. Los blogs están cambiando la forma de comunicar los resultados de la ciencia y de divulgarlos a la sociedad. Pero también cada vez más sirven para la comunicación de diversos aspectos de la ciencia entre los propios científicos. Aunque en el futuro próximo no sustituirán a las publicaciones en revistas, serán un complemento importante y es posible que acaben modificando la forma en la que la ciencia se escriba en el futuro.

Me atrevo a recomendarles una visita a mis propios blogs. Uno de ellos (<http://pabloartal.blogspot.com/>), en inglés está dedicado sobre todo a tratar sobre nuestras propias investigaciones en Óptica. El otro (<http://visiondelejos.blogspot.com/>) es más ligero, está en español y trata de aspectos más generales, incluyendo versiones ampliadas de alguna de estas columnas.

## ***Hay otros mundos... pero están en este***

Mariano Gacto Fernández, 30 de julio de 2011

La distribución de la vida microbiana en nuestro planeta parece no tener límites. Los microorganismos, aunque invisibles a simple vista, se extienden por toda la Tierra y ocupan todos los ecosistemas conocidos, incluyendo los ambientes aéreos y terrestres más insospechados y hasta los escapes geotérmicos de las profundidades marinas. El conocimiento de las condiciones naturales que permiten el desarrollo de la vida microbiana se amplía cada día más, y los márgenes de temperatura, presión, aireación, pH, y otras variables físico-químicas son en realidad mucho más amplios de lo que inicialmente se pensaba. Por eso, en la búsqueda de vida extraterrestre se utiliza la presencia de microorganismos como un indicador de síntomas vitales en el universo.

Un estudio publicado por un equipo de microbiólogos norteamericanos en la revista *Science*, resalta la potencialidad de la vida microbiana y aumenta las expectativas de encontrar algunos sistemas vivos fuera de la Tierra. En la zona de la Antártida conocida como "Blood Falls", dichos investigadores han descubierto un lago sub-glaciar atrapado desde hace millones de años bajo 400 metros de hielo. Esta bolsa de vida constituye un ecosistema sin luz y sin oxígeno y presenta condiciones que son similares a las que se sospecha que existen en otros planetas y satélites del espacio exterior, particularmente en zonas sub-corticales de Marte y en la helada luna de Júpiter llamada Europa.

Las capas subterráneas descubiertas bajo el hielo contienen varios tipos microbianos con un tipo de vida hasta ahora desconocido. Han sobrevivido allí durante milenios utilizando para la respiración hierro en combinación con sulfatos, en vez de oxígeno. Este ambiente constituye un espectacular medio natural que revela la posibilidad de que exista vida en condiciones hasta ahora consideradas incompatibles con ella. El importante hallazgo permite, además, intuir la naturaleza de sistemas vivos que pueden encontrarse en lugares fuera de la Tierra aún por explorar. Como ocurre en la Antártida, cabe considerar que la radiación ultravioleta y otros peligros para la vida podrían haber forzado a los microorganismos a ocupar las heladas capas bajo la superficie del Planeta Rojo, de la inhóspita luna jupiteriana o de algunos planetas extrasolares, y desarrollar allí un tipo de metabolismo nuevo y original como el recientemente descubierto. Parafraseando lo que decía Paul Eluard en otro contexto, puede que existan otros mundos vivos y que su imagen se encuentre también en nuestro propio mundo.

## ***¿Es la universidad la solución?***

Ángel Ferrández Izquierdo, 3 de septiembre de 2011

Todos los años por estas mismas fechas soy testigo de idénticas situaciones de angustia a la que se enfrentan muchos jóvenes, y sus familias, a la hora de elegir las carreras que forjarán su futuro. Es el drama de las preinscripciones, problema desconocido para quienes fueron buenos estudiantes y planificaron su futuro con la suficiente antelación. Pero éstos no solo proyectaron, sino que se sacrificaron en su momento para que, poco tiempo después, aquellos esfuerzos dieran sus frutos y sus ilusiones no se vieran truncadas. Supongo que debe ser muy frustrante no poder estudiar aquello con lo que uno siempre soñó.

En estos días también suele ser habitual que alguien nos recuerde aquello de que “la universidad es una fábrica de parados” o los clásicos problemas de la universidad española. Todo ello, aderezado con un paro juvenil estratosférico, el más alto de la Unión Europea, forma un cóctel que sería explosivo en cualquier país civilizado, pero *“Spain is still different”*. Aun así, de nuestras aulas salen excelentes científicos, médicos, ingenieros o arquitectos muy reconocidos por los países económica y tecnológicamente más avanzados.

Dejando de lado, pero no menos importante, el fracaso de la actual enseñanza secundaria y las nefastas consecuencias que pronto nos deparará el Tratado de Bolonia, hay que afrontar la lógica inquietud de quienes se preguntan si merece la pena la enseñanza superior. La universidad, ciertamente, adolecerá de todos los problemas que uno pueda imaginar, a fin de cuentas es un reflejo de la sociedad, pero siempre será el templo del saber, la vanguardia del conocimiento y por ello es la encargada de impartir la enseñanza superior. Acudir a sus aulas y laboratorios es la mayor garantía en la adquisición de conocimientos para los jóvenes que, dispuestos al esfuerzo, deseen la mejor preparación para el ejercicio de la profesión elegida.

No voy a reiterar la penosa situación del mercado de trabajo español, pero los estudios más recientes multiplican por diez la probabilidad de empleo de un universitario frente a quien no lo es, sin contar las diferencias salariales y la estabilidad. Los cuatro, o más, años de universidad nada tienen de desperdicio, pues a lo anterior se suman las oportunidades de conocer otras culturas europeas, aprender idiomas o ponerse al día en tecnologías informáticas, piezas todas clave a la hora de lograr el primer empleo.

## Briófitos

Juan Guerra Montes, 10 de septiembre de 2011

Los musgos y plantas relacionadas morfológica y evolutivamente con ellos, constituyen un grupo conocido científicamente como briófitos. La mayoría de estas pequeñas plantas –que son consideradas como un grupo taxonómico relativamente homogéneo– se reconocen con cierta facilidad por la mayoría de las personas, precisamente por su homogeneidad morfológica. Sin embargo, más allá de algunos de sus usos decorativos en Navidad o en bonsáis, casi nada de su biología, ecología, distribución, etc. es materia de conocimiento general.

Se calcula que en nuestro planeta viven alrededor de 24.000 especies de briófitos y de la mayoría de ellos se conoce poco más que su nombre científico. No obstante, muchos han sido utilizados con diversos fines. Las especies de *Sphagnum* son el componente principal de la turba, que se extrae para ser usada como combustible o agregado al suelo para horticultura, y para ahumar malta durante la producción de whisky escocés. Está creciendo, sin embargo, la preocupación en las partes del mundo donde este comercio está en funcionamiento, por el daño ambiental significativo que puede causar la cosecha comercial de la turba. En la Segunda Guerra Mundial, los musgos del género *Sphagnum* fueron utilizados como preparaciones de primeros auxilios en heridas de los soldados, pues son muy absorbentes y tienen características antibacterianas notables.

Desde un punto de vista ecológico la función de los musgos, en los distintos hábitats que ocupan, es diversa y siempre de importancia relevante. En las zonas boscosas de los climas templados, son fundamentales como absorbentes del agua de lluvia, y substratos para la germinación natural de semillas de plantas forestales (hayas, robles, avellanos, etc.). En las zonas áridas son importantes como fijadores de suelos, incluso en zonas subdesérticas del Planeta son capitales en este sentido. En las áreas tropicales, Canarias incluida, los musgos epifitos (que viven sobre árboles) son captadores del agua de las nieblas, que posteriormente es incorporada mediante goteo lento al sistema de escorrentía.

En la Península Ibérica se ha estimado que existen alrededor de 700 especies de briófitos, pero el conocimiento de su biología no es muy superior a la media mundial. No obstante, en los últimos 12 años botánicos españoles conformados alrededor de las universidades de Murcia y Autónoma de Barcelona, trabajan en un proyecto conocido como Flora Briofítica Ibérica, que ha supuesto, hasta ahora, la edición de tres volúmenes –de los seis previstos– que compendian datos sobre la taxonomía, ecología, hábitat, morfología, sistemática, distribución, etc. de todas las especies y la publicación de más de 300 artículos científicos sobre estas desconocidas y a la vez familiares plantas. Para más información visite [florbriofiticaiberica.com](http://florbriofiticaiberica.com).

## ***¿Tiene futuro una agricultura sin investigación?***

Carlos García Izquierdo, 17 de septiembre de 2011

El incremento de población experimentado por nuestra sociedad hace necesario disponer de alimentos, y asegurar tanto su cantidad como su calidad. Pero es obvio que una agricultura tradicional enfocada sólo a producir alimentos sacrificando para ello aspectos de tipo ambiental, no tiene futuro alguno. La agricultura como “actividad” deberá ir obligatoriamente unida a una investigación en el ámbito de las Ciencias Agrarias, que permita alcanzar la finalidad anteriormente aludida: ofertar alimentos de manera segura a la población, pero sin comprometer nuestros recursos naturales. Por ello, una agricultura de calidad como la española, reconocida en Europa y en el mundo, necesita de una investigación científica consecuente, pudiendo aportar por ejemplo: nuevas variedades vegetales capaces de resistir a determinadas plagas; rendimientos aceptables de producción a pesar de ciertos niveles de estrés (sequía, por ejemplo); nuevos usos y manejos del suelo que impidan su agotamiento; e incluso aplicaciones biotecnológicas consecuentes basadas en estudios donde la genómica y la proteómica están presentes (recordemos que en la actualidad se está trabajando dentro de un Consorcio Internacional para la Secuenciación del Trigo, IWGSC, y han sido ya obtenidos otros genomas de plantas, que permiten poner en marcha acciones para garantizar una alimentación segura). La Agencia Estatal CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), el mayor Organismo Público de investigación científica con que cuenta nuestro país, entiende la importancia de lo que hemos expuesto, y entre sus áreas de investigación prioritaria figura las Ciencias Agrarias, disciplina en la que trabajan 400 investigadores de plantilla repartidos en institutos de prácticamente toda nuestra geografía. Su principal objetivo es generar conocimientos dentro del sistema Suelo-Agua-Planta que contribuyan a la sostenibilidad de nuestros sistemas agrarios y naturales (producir hoy, y preservar dicha producción mañana), sentando las bases para conseguir, a través de esa investigación, una agricultura de calidad que aporten salud y bienestar a los consumidores, cuidando a la vez el medio natural (suelo, agua, atmósfera). La investigación científica ocupa pues un papel preponderante en el futuro de nuestra agricultura, pudiéndonos hacer más competitivos frente a otros países; el CSIC lo sabe y apuesta por ello.

La investigación en Ciencias Agrarias supone hoy en día ante un escenario de cambio climático (limitaciones o escasez de agua, desertificación, climatología extrema, etc.), un reto equivalente a la revolución verde de los años 60-70, pero sin duda aportando herramientas más innovadoras, que permiten planteamientos y soluciones muy diversas y eficaces.

## **¿Excelencia universitaria?**

Miguel Ortuño Ortín, 24 de septiembre de 2011

Si uno se fía de las noticias aparecidas en el último año sobre la excelencia de la Universidad de Murcia, llegará a pensar que se trata de uno de los mejores centros educativos superiores del mundo. Pero me temo que esto no es así en absoluto.

Conseguir la mención de excelencia supuso obtener ciertos recursos financieros, que el Vicerrectorado de Investigación invierte de manera bastante razonable. Pero también debería haber supuesto el que las autoridades académicas hubieran emprendido una reforma de calado que modernizara nuestra universidad. En esta dirección creo que los retrocesos pueden ser incluso mayores que los avances. Citaré algunos ejemplos de elementos que no funcionan. En el Consejo de Gobierno hay 20 decanos (que no suelen destacarse por su interés en la investigación) frente a solo tres directores de departamento. La mayoría de los recursos, entre ellos las plazas, se reparten por Áreas de Conocimiento, que ya han desaparecido de la legislación y que se trata de campos científicos obsoletos, en muchos casos, y demasiado pequeños de forma que propician la endogamia. La Universidad de Murcia no se ha actualizado en este tema. La forma de elegir los tribunales que han de juzgar las plazas hace que el departamento tenga libertad casi absoluta de elegir al candidato que quiera. Las autoridades dirán que vigilan que el baremo se aplique adecuadamente y estoy seguro de que ello es así formalmente, pero esto no asegura que se contrate al mejor, y además las autoridades no presionan para que esto sea así.

La normativa de segregación de departamentos es simplemente ridícula. Y, lo que es peor, nuestras autoridades académicas parecen tener un profundo interés en facilitar la segregación de áreas de conocimiento con poca productividad científica, como muestra la reciente aprobación del fraccionamiento del departamento de Física. Esta se ha llevado a cabo en contra de la mayoría de sus miembros, incluidos los más activos científicamente, que creen que con ello se rompe un modelo de auténtica excelencia. Además, esta acción supone un gasto injustificado (por mucho que la versión oficial diga que es a coste cero) en un momento de crisis en donde, por ejemplo, se cierran los edificios en períodos vacacionales de los estudiantes, con el grave perjuicio que supone para la investigación.

La excelencia universitaria no es solo cuestión de inversiones, requiere un cambio de mentalidad que evite la endogamia.

## **La receta de la Academia**

Pablo Artal Soriano, 1 de octubre de 2011

El lunes pasado celebramos los diez primeros años de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Fue un buen momento para mirar atrás, agradecer a varias instituciones por su ayuda y hacer un balance de lo realizado. Nuestra Academia siempre ha pretendido tender puentes a la sociedad y en lo posible servir como guía y referente. No sólo en lo relativo a la investigación científica, también en ámbitos relacionados de suma trascendencia, como la educación o la transferencia de la ciencia y la tecnología a nuestro entorno. En la Academia queremos de manera decidida inocular el virus de la curiosidad en los ciudadanos, en especial en los más jóvenes. Y todo esto no es por razones de interés corporativo, sino por la creencia firme de que es el camino para no estancarnos, progresar y mejorar. En estos momentos donde quizás por vez primera en años, muchos cuestionan si el futuro será mejor que el presente, nosotros apostamos por que lo sea de la mano de la ciencia.

Es también el momento de reflexionar sobre si los científicos tenemos alguna receta aplicable que ayude a salir del atolladero. Es cierto que cada uno de los académicos tenemos ideas y sugerencias diferentes sobre qué hacer o no. Pero en mis contactos informales con muchos de ellos, y con otros colegas científicos, creo que tenemos algo en común que recomendar. Lo que vendría a ser algo así como la “receta de la Academia”, que consiste en ofrecer más trabajo, y sobre todo mejor hecho. Pensamos que si algo nos puede encaminar en la buena dirección es seguir haciendo nuestro trabajo aún más dedicadamente y transmitir el gusto por lo bien hecho y acabado con cuidado. De la misma forma que los hijos suelen copiar las cosas que ven en los padres, que por cierto son en muchos casos las que menos nos gustan, la sociedad tenderá a la larga a emular los comportamientos positivos y apreciar más las cosas bien hechas con tiempo.

Trabajando con más tesón y abriendo nuevos caminos nuestro futuro será relativamente más controlable. Queremos que nuestros avances sirvan a las gentes de aquí y de allá. No queremos resignarnos a sólo leer en los periódicos los grandes avances que otros realicen, no nos conformamos. Queremos que nuestra región sea un referente por nuestras contribuciones en ciencia y en tecnología. Los científicos queremos servir de guía en la buena dirección y ser los primeros en aplicarnos la receta de la Academia.

## **Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria (IMIB)**

Vicente Vicente García, 8 de octubre de 2011

Hace unos años que el Instituto de Salud Carlos III, con el objetivo de potenciar la investigación biosanitaria, lanzó la propuesta de creación de institutos de investigación con la condición de que crecieran alrededor de un hospital. Los institutos podían integrar instituciones con capacidad investigadora, aunque no estuviesen relacionados con el propio hospital. Se pretendía facilitar la interacción con departamentos universitarios y organizaciones públicas o privadas con intereses investigadores en el área de ciencias de la salud. Ello acarrea una serie de beneficios notables, como establecer líneas de trabajo prioritarias, facilitar la difusión de las líneas de trabajo de cada grupo, cohesionar y hacer interaccionar a grupos de investigación, o favorecer la investigación multidisciplinaria, especialmente la más básica con la clínica.

Su aprobación exige cumplir una serie de requisitos de producción científica, coherencia interna del propio instituto, elaborar un plan científico bien diseñado y riguroso para el siguiente quinquenio, etc. La producción científica debe ser relevante, con más de setecientos puntos de factor impacto en el último año, tenerla muy bien definida y agrupada por áreas y contar con una estructura de gestión independiente.

En España se han aprobado cerca de una quincena de institutos. La región de Murcia empezó a perseguir este objetivo hace ya algún tiempo, si bien es verdad que hasta el pasado mes de abril no quedó constituido legalmente el IMIB. El nuevo instituto murciano de investigación biosanitaria es fruto de un convenio de colaboración entre las universidades públicas de Murcia y Cartagena, las Consejerías de Sanidad y Política Social y de Universidades, Empresa e Investigación, el Servicio Murciano de Salud y la Fundación para la Formación e Investigación Sanitarias. Una persona con reconocido prestigio profesional y científico, como el profesor Pascual Parrilla, fue nombrado director científico del proyecto.

Desde ese momento se han definido siete áreas, coincidentes con las de mayor producción científica: 1) Hematología y oncología clínico-experimental. Genética clínica. 2) Enfermedades cardiovasculares y Respiratorias. 3) Enfermedades digestivas y endocrino-metabólicas. 4) Neurociencias y órganos de los sentidos. 5) Epidemiología, salud pública y servicios de salud. 6) Inmunología, microbiología y enfermedades infecciosas, y 7) Biotecnología. Aplicaciones sanitarias de biociencias.

El embrión del IMIB está logrando la participación importante de diferentes instituciones y hospitales. Ahora tenemos el reto de que se desarrolle armónicamente, y no debemos escamotear esfuerzos para, entre todos, elaborar un plan científico coherente y sólido. Si bien los vientos que soplan no parecen ser los más favorables para la investigación científica, ello no debe eximirnos de las responsabilidades y compromisos con nuestra tierra.

## ***El xenón como propulsor espacial del siglo XXI***

Gregorio López López, 15 de octubre de 2011

El xenón es un miembro de la familia de elementos químicos denominada gases nobles. Su nombre significa en griego “extraño” y se encuentra en trazas en la atmósfera terrestre (una parte por veinte millones). Se obtiene comercialmente por extracción de los residuos del aire licuado. El uso principal y más familiar de este gas es en la fabricación de dispositivos emisores de luz tales como lámparas bactericidas, tubos electrónicos, faros de automóviles, lámparas estroboscópicas y flashes fotográficos, así como en lámparas usadas para excitar láseres de rubí, generadores de luz coherente. Una aplicación más reciente es su utilización como gas de propulsión iónica para satélites.

En octubre de 1998, en la iniciación del programa Nuevo Milenio, la NASA lanzó una nueva sonda espacial denominada Deep Space-1 (Espacio Profundo 1 o simplemente DS-1 por sus siglas en inglés), diseñada para ensayar una docena de tecnologías nuevas e inusuales con aplicaciones potenciales en las futuras exploraciones solares. Una de estas revolucionarias tecnologías fue un sistema de propulsión basado en iones xenón, diez veces más eficiente que cualquier otro utilizado con anterioridad a la misión DS-1. El sistema opera utilizando una fuente de energía solar capaz de ionizar el gas xenón contenido en una cámara que lleva en uno de sus extremos un par de rejillas metálicas cargadas a 1280 voltios. Al pasar por estas rejillas, se origina un haz de iones xenón a una velocidad de unos 145.000 km por hora. Es esta fuerza impulsora la que se utiliza para impeler la sonda DS-1 por el espacio. Como el combustible es gas xenón, y solamente se necesitan 81 kg para una misión de unos dos años, la sonda DS-1 es más pequeña y ligera que los ingenios espaciales utilizados anteriormente.

La sonda DS-1 quedó fuera de servicio en diciembre de 2001. Durante sus tres años en el espacio, se ha podido ensayar un número considerable de nuevas tecnologías y ha demostrado el futuro potencial que tiene el sistema de propulsión con xenón. Pudo aproximarse al cometa Borrelly enviando las mejores imágenes y datos científicos jamás obtenidos de un cometa. El hecho novedoso es la utilización de un motor iónico como motor principal de la nave en trayectorias interplanetarias. A diferencia de los propulsores convencionales que utilizan reacciones químicas, la aceleración de la masa eyectada se logra aprovechando las fuerzas que campos eléctricos y magnéticos ejercen sobre partículas cargadas eléctricamente.

## ***Producir más con menos***

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 22 de octubre de 2011

Oímos con frecuencia el mensaje “hacer más con menos”, mensaje que se prescribe como consecuencia de los limitados recursos económicos disponibles. Aprovechando este mensaje, quiero hacer llegar al lector algunas reflexiones acerca de que, si no queremos perder el camino hacia el deseado estado del bienestar, se debe apostar por el conocimiento como el elemento que amortigüe el consumo acelerado de los limitados recursos naturales existentes en nuestro planeta. A modo de ejemplo, en unos años necesitaremos un 30% más de agua dulce sólo para producir alimentos de origen vegetal y para el año 2050, se duplicará el consumo de carne.

¿Cómo podremos atender a estas demandas? Por un lado, concienciando a la sociedad de la urgente necesidad de consumir menos recursos naturales. En este sentido han sido muy valiosas campañas como las desarrolladas para disminuir el consumo de agua o controlar la pesca abusiva. Por otro, produciendo más con menos, una estrategia basada en el conocimiento.

Los avances científicos en el último siglo en el ámbito de las ciencias agrarias han sido impresionantes y se han basado, principalmente, en la mejora genética, en el control de plagas y enfermedades, en el dominio de tecnologías en reproducción asistida o en la mejora de la nutrición y de las condiciones de cultivo. Avances que han sido eficientemente aplicados por la industria agropecuaria en procesos innovadores. Y las consecuencias han sido, a modo de ejemplo, que los rendimientos lecheros de las vacas se han duplicado; que se producen más kilogramos de carne con los mismos recursos que hace años; que podemos producir de forma intensiva productos hortofrutícolas como nunca se había hecho hasta ahora, que tenemos cultivos más resistentes, especies más productivas, que producimos alimentos más seguros y nutritivos... que somos capaces de producir más con menos.

Sin embargo, estos avances no son suficientes. Necesitamos desarrollar un entorno tecnológico que dé respuesta a las próximas demandas alimenticias, energéticas o hídricas. Una nueva realidad, predecible, a la que debemos llegar preparados con las mejores herramientas que nos proporcionen la ciencia y la tecnología. Por eso es tiempo de mantener una apuesta decidida por el conocimiento. Algunos países han dado muestra de ello y esperemos que el nuestro también, ya que es el único modo de producir más con menos y esquivar la crítica situación en la que nos podemos ver inmersos.

## ***¿Cuándo diremos adiós a las gafas?***

Pablo Artal Soriano, 29 de octubre de 2011

Por alguna razón, en los últimos meses me han hecho esta pregunta insistentemente. Y la respuesta es que las gafas, y similares, como lentillas, serán algo del pasado, en algún momento del futuro. Las gafas son un invento maravilloso y sencillo que resuelve problemas muy serios en millones de personas. Son algo tan cotidiano que resulta difícil pensar alguna razón por la que tengan que desaparecer. Pero la historia está llena de ejemplos de utensilios que han quedado obsoletos.

Desde hace años, muchas personas con necesidad de llevar gafas, dejaron de usarlas tras someterse a cirugía refractiva en la que se talla la córnea con láseres para producir buenas imágenes en la retina. De alguna manera estos procedimientos abrieron el camino a la progresiva desaparición de las gafas. Pero lo cierto es que, en la actualidad con las tecnologías disponibles, y a pesar de las muchas mejoras, los rangos de corrección son limitados, se trata de procesos siempre irreversibles y los resultados no son siempre óptimos. Además, muchas personas sólo se libran de las gafas temporalmente y las vuelven a necesitar para ver de cerca cuando pasan los años y aparece la presbicia, o vista cansada.

Algunos estudios que se llevan a cabo en varios laboratorios van en una dirección diferente. Se trata, no de cambiar la forma de la córnea eliminando parte de tejido, sino de modificar sus propiedades ópticas de una manera reversible, manteniéndola intacta. Es decir, se podrían cambiar las propiedades ópticas, tanto y tantas veces como se quisiera. La idea consiste en irradiar la córnea natural, o previamente tratada, con láseres que emiten pulsos de luz extremadamente cortos para corregir los defectos ópticos del ojo. Si estos procedimientos demuestran tener éxito y se implementan en métodos seguros, las gafas podrían haber recibido un golpe mortal. Porque imagínense un escenario futuro similar a este: sea cual sea su problema óptico, simplemente debe pasar por una “máquina” que le ajusta en unos segundos, sin dolor y sin riesgos, la óptica de su ojo hasta que le proporciona la mejor visión adaptada a sus necesidades. Y además, puede arrepentirse y cambiarla casi tantas veces como quiera hasta que encuentre su visión ideal.

¿Cuándo llegará ese momento? Obviamente, no hay nada más arriesgado que este tipo de predicciones. Pero lo que si les puedo decir es que me gustaría llegar a verlo, y sin gafas. Por cierto, si están interesados en algún detalle más sobre este asunto, no duden en asomarse a mi blog “Visión de lejos” (<http://visiondelejos.blogspot.com/>).

## ***El enigma de las nanobacterias***

Mariano Gacto Fernández, 5 de noviembre de 2011

¿Cuál es el tamaño más pequeño de lo que se considera vivo? Los seres vivos más diminutos conocidos son las bacterias denominadas micoplasmas, clamidias y rickettsias. Aunque existen entidades con tamaño inferior capaces de manifestar algunas propiedades biológicas, se trata de sistemas que no pueden ser considerados vivos porque carecen de estructura celular y dependen de otras células para desarrollarse. Tal es el caso de los virus, los viroides y los priones.

Sin embargo, hace unas décadas se descubrió la existencia de unas estructuras enigmáticas mucho menores que las bacterias y que parecían reproducirse por sí solas. Se las llamó nanobacterias o nanobios y su presencia en muchos ambientes despertó gran interés porque, por algún tiempo, se relacionaron con la causa de algunas enfermedades, sospechándose que podrían tener algún papel en la formación de cálculos renales o biliares y en el desarrollo de arterioesclerosis. Por otra parte, su descubrimiento parecía establecer una nueva frontera de la vida a nivel de lo muy pequeño y representar una revolucionaria evidencia de vida extraterrestre. Curiosamente, el meteorito de origen marciano ALH84001, que se encontró en 1984 en el área antártica de nuestro planeta, contenía pequeñas estructuras microfossilizadas, morfológicamente análogas a las minúsculas formas de las nanobacterias. Este hecho se interpretó como un sugerente apoyo favorable a la posible existencia de vida primitiva en nuestro vecino Marte.

Pese a las sorprendentes especulaciones que rodearon inicialmente a las nanobacterias y a su potencial significado, estudios posteriores más detallados llevados a cabo por miembros de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos han revelado que estas entidades no son verdaderas células ni constituyen nuevas formas de vida. El tamaño mínimo de una célula viva debe ser superior a 200 nm de diámetro para poder contener toda la maquinaria que hace posible la replicación del material celular, pero las nanobacterias no superan los 80 nm. Además, no hay evidencias de que contengan material genético, y su aparente crecimiento tiene más en común con el crecimiento de cristales inorgánicos que con la autorreplicación biológica. En definitiva, las nanobacterias parecen pertenecer a una familia de complejos materiales organometálicos, que pueden autoensamblarse y propagarse como si fueran vivos pero que, pese a su semejanza microscópica en cuanto a disposición con pequeñas células bacterianas, no comparten ni la organización ni los mecanismos de replicación autónoma que son propios de las células vivas.

## ***Movernos por el mundo como función de nuestro cerebro***

Luis Puelles López, 12 de noviembre de 2011

El cerebro ajusta las funciones de los órganos de nuestro cuerpo, manteniéndonos vivos. Sin embargo, las plantas nos enseñan que no es necesario tener un cerebro para vivir. Las neuronas emergen evolutivamente en el momento en que los seres vivos pluricelulares comienzan a moverse en su entorno. Qué hacer, y de qué huir, requiere la contribución de células especializadas -las neuronas- que controlen los movimientos y analicen señales pertinentes para elegir la conducta óptima para cada situación.

Una vez que las primeras neuronas surgieron en los invertebrados (hay gusanos que tienen solamente 200-300 neuronas), su potencial para maximizar la supervivencia presidió los siguientes pasos evolutivos. El invento del cerebro en los vertebrados condujo al nuestro, hiperdesarrollado, poblado con billones de neuronas. No conocemos nada que sea más complejo que nuestro propio cerebro. Independientemente de su complejidad, la función primordial de nuestro cerebro sigue siendo la de controlar nuestra conducta. Se distinguen tres tipos de procesamiento de información.

Hay neuronas que reconocen el estado de las otras células y los fluidos de nuestro organismo. Ejecutan el control visceral de los diversos procesos necesarios para la vida: hormonas, metabolismo, circulación, respiración, inmunidad, etc. Diversos aparatos sensoriales reproducen internamente datos sobre la relación de nuestro cuerpo con el mundo. Ello permite un control sensorial de nuestra posición, postura y movimiento en tiempo real. Parte de la información sensorial es memorizada para uso futuro como conocimiento consciente e inconsciente. Finalmente, tenemos numerosas neuronas dedicadas al control cognitivo de nuestra conducta. Éstas adquieren una riqueza particular en los primates y en el hombre. El control cognitivo implica un elaborado modelo interno del mundo y de nosotros mismos que permite predecir en base a la experiencia el futuro a corto, medio o largo plazo. Podemos crear conceptos y resolver mentalmente problemas que nos preocupan. Nuestra mente consciente es apoyada por inmensos recursos inconscientes. En el mundo actual, tales datos se complementan con los existentes en registro escrito, museístico o digital a nivel mundial.

Hemos llegado lejos, muy lejos, de la mano de la evolución y la cultura, pero aun necesitamos decidir qué hacer en el mundo, ahora ampliado a los mundos virtuales culturales. La medida moral de lo que hacemos resulta de nuestra evaluación cultural de las consecuencias de nuestros actos. Nuestra conducta adquiere así tintes supra-personales. ¡Quién diría que aquellas pocas neuronas del principio, millones de años atrás, darían tanto de sí!

## ***¿Más rápidos que la luz? No tan rápido***

Pablo Artal Soriano, 19 de noviembre de 2011

No es normal que una noticia sobre Física ocupe las portadas de los principales medios de comunicación de todo el mundo, incluso desplazando por unas horas a las habituales subidas de las primas de riesgo. Por eso sentimos un cierto escalofrío en septiembre al leer que los neutrinos, unas partículas subatómicas neutras con una masa pequeñísima que prácticamente no interaccionan con la materia, habían viajado más deprisa que la luz. Los neutrinos habían viajado desde el laboratorio europeo de física de partículas en Ginebra al laboratorio nacional italiano del Gran Sasso, cercano a la ciudad de L'Aquila, a 730 km de distancia en 2.43 milésimas de segundo, llegando unos 60 nanosegundos antes que la luz.

¿Por qué se armó tanto revuelo? No es que los periodistas, quizás hartos de noticias económicas, quisieran dar una pequeña alegría a los lectores. El anuncio, de ser cierto, tenía una enorme trascendencia y hubiera sido el mayor descubrimiento de la Física en 100 años. Uno de los pilares de nuestra comprensión del mundo es que la máxima velocidad alcanzable es la de la luz, que recorre la respetable distancia de 300000 km por segundo. Este límite absoluto de velocidad viene impuesto por la teoría de la relatividad y se ha corroborado en multitud de experimentos de manera independiente. Las implicaciones de que la velocidad de la luz pudiera superarse han llenado la imaginación de generaciones con los viajes en el tiempo, así que muchos empezaron a soñar con posibles visitas a sus épocas favoritas.

Pero tras el anuncio de estos resultados se fue pasando del asombro a la incredulidad y la desconfianza. Obviamente, los científicos somos en estos aspectos muy conservadores. En palabras de Carl Sagan, en la ciencia si alguien propone algo extraordinario, debe aportar pruebas extraordinarias. Y esto era una sugerencia extraordinaria y muy posiblemente falsa debido a los diversos errores no controlados en el experimento. Lo que ha ocurrido aquí es algo bastante común en el mundo de la ciencia. Se obtiene un resultado que parece muy interesante para el que no se tiene una explicación conocida. Algunos colegas suelen optar por explicarlo con teorías nuevas en lugar de revisar tediosamente los posibles errores involucrados, que una vez encontrados quizás lo expliquen de manera más simple, aunque menos glamurosa. Si algo así ha ocurrido con este asunto, lo bueno es que podemos estar tranquilos pensando que la luz sigue siendo la más rápida.

## ***Investigación en la encrucijada***

Ángel Ferrández Izquierdo, 26 de noviembre de 2011

A pesar de que sólo un bobo fue capaz de negar la crisis que hoy nos atenaza, resulta increíble que el mismo iluminado -siempre a su pesar, por desconocimiento- permitiese un cuatrienio boyante en cuanto a la financiación de la investigación española. Cuando la famosa burbuja inmobiliaria explotó, todo pareció vestirse de riguroso luto, pero los cantamañanas de siempre siguieron insistiendo, sólo de boquilla, que apostar por la investigación, el desarrollo y la innovación era el único camino para sortear con éxito la crisis. El tiempo, juez implacable, ha puesto las cosas en su sitio y nos ha refresgado la dura realidad.

En el último decenio hemos saboreado las mieles de la gloria y los respectivos representantes políticos se han coronado de laurel. Hemos escuchado, hasta el empacho, que somos la novena potencia mundial en producción científica, confundiendo -deliberadamente- cantidad con calidad. Afortunadamente, la COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España) ha puesto las cosas en su sitio, aunque sólo sea por aclarar la verdad, sin la menor esperanza de ser tenida en cuenta.

Es hora de hacer recuento y, desde las trincheras, contar la cruda verdad, lejos de segundas intenciones, de rentabilidades bastardas y a millones de años luz de simpatizar con las malditas formaciones políticas mayoritarias nacionales. A saber, muchas publicaciones, sí, pero de bajo impacto y menor transferencia tecnológica, es decir, muy escaso aprovechamiento del sector empresarial y pobrísimo rendimiento en cuanto a la creación de patentes. Es más, en lugar de primar, financiar adecuadamente y permitir libertad de gasto a los grupos de excelencia y alto rendimiento, se ha seguido practicando el café para todos.

Se ha olvidado, una vez más, que son los jóvenes quienes tiran del carro. Sí, se ha parcheado, pasando de la beca al contrato, pero nada se sabe hoy de las ayudas de investigación para ellos. Es rotundamente falso que España reincorpora a los mejores y que ya no existe fuga de cerebros. Para colmo, estamos sufriendo una continua, confusa e insufrible maraña burocrática respecto al doctorado y, muy recientemente, a las Escuelas de Doctorado. El tiempo prudencial, acorde con una beca tradicional, para presentar una tesis pasa de cuatro a tres años. Sin embargo, serán premiadas aquellas distinguidas con la mención de doctorado europeo. Pero acortar un año es un brutal e injustificado atentado a la calidad del resultado final. No soplan buenos vientos para la buena Ciencia.

## ***¡Que estudien ellos!***

Pablo Artal Soriano, 3 de diciembre de 2011

Quizás el título que esperarían de esta columna sería más bien ¡Que inventen ellos! Esta desafortunada frase ha sido como una losa para España durante décadas en lo relativo a nuestra capacidad de investigación e innovación. Desafortunadamente al menos en cantidad, la frase no puede seguir siendo más cierta. Y si no, basta recordar el vergonzoso dato de que varias compañías internacionales por sí solas tienen más patentes registradas que toda España. Nuestros números nacionales, que son dignos en cuanto a publicaciones científicas, aunque no tanto en su impacto, son una vergüenza (y siento que ya haya usado dos veces la palabra) en cuanto a las patentes.

Pero no quería hablarles hoy de esto. En mi generación, aunque se asumía la expresión en el tema de la investigación, la sociedad tenía interiorizado que los jóvenes debían estudiar. Para las familias trabajadoras era de hecho el único salvoconducto que permitía la escalada social. Teníamos que estudiar mucho (“empollar” le llamábamos entonces). Y al menos mi memoria del bachillerato y la universidad son horas y horas de “empolle”. Y les puedo asegurar que yo no me llevaba la palma en este asunto.

Pero me parece, por lo que puedo percibir como observador del entorno, que, en los últimos tiempos, los jóvenes españoles estudian en promedio mucho menos. Serán las costumbres que se han ido relajando, o los requerimientos que han ido bajando. No se la razón exacta y ciertamente tampoco tengo datos fiables, así que a lo mejor estoy equivocado y esto no es así. Pero me temo que la idea va calando en la sociedad y ahora también se podría decir: ¡Que estudien ellos! Y ya lo creo que lo hacen. Desde la escuela primaria a la secundaria y hasta la universidad los chicos de Corea, China o la India se dejan las pestañas, empollando de lo lindo.

Creo que nuestro gran avance como país desde los años 70 a la primera década de este siglo, se ha debido a muchos factores, pero uno fue la presión de los padres de la generación ahora adulta para que sus hijos estudiaran. El único procedimiento conocido para fomentar la movilidad social, y en definitiva el progreso de la sociedad, es la educación. Y en esto no hay atajos y pasa por el esfuerzo continuado de los estudiantes. Siento desazón al notar que nuestro futuro está en serio peligro. El éxito individual y colectivo es un camino tortuoso y nunca directo, pero pasa necesariamente por largas horas de “empolle”.

## **Arbitraje al sistema financiero**

José Orihuela Calatayud, 10 de diciembre de 2011

El principio fundamental que rige la teoría de los mercados financieros es el de no arbitraje. Para que un modelo de mercado sea considerado válido se le exige que esté libre de arbitraje, que nadie bajo sus reglas pueda ganar algo sin invertir algo. Un arbitraje es una oportunidad de ganar dinero sin inversión, es el sueño dorado de los miles de personas que pasan sus vidas frente a varias pantallas de ordenador con datos de los mercados para activar comunicaciones y realizar operaciones de compra y venta simultáneas que incrementen sus bolsillos. Modelos serios debieran impedir que este sueño se realice ni sus reglas permitir tal posibilidad.

Hablamos pues de algo que no existe, el arbitraje. Contratos de futuros y productos derivados constituyen hoy parte sustancial del sistema financiero. Función primordial de las instituciones financieras nacionales es actuar como intermediario para reducir los riesgos contraídos por sus clientes empresarios. Por ejemplo, una aerolínea que quiera proteger sus tarifas frente una eventual subida del petróleo, precisará de una inversión en “algo” que le garantice cubrir las pérdidas en dicho caso. ¿Quién quiere vender ese “algo”? Es papel de las instituciones financieras el diseñar este “algo”, determinar su precio justo y vendérselo a las compañías aéreas. Los procedimientos de valoración aquí utilizan sistemáticamente el principio de no arbitraje.

Este “algo” suele ser un producto derivado, esto es, un producto financiero cuyo valor depende del de otros productos más básicos y bien conocidos. Determinar su precio justo ha distorsionado las mentes más brillantes del mundo financiero del último siglo. Scholes y Merton recibieron el Premio Nobel de Economía en 1997 al determinar la ecuación diferencial que rige una “opción de compra, al precio fijado hoy, para ser ejecutada en el futuro”. Con dicha ecuación diferencial pudieron calcular el precio justo de este “algo”.

Estamos inmersos en la tormenta financiera perfecta, una crisis que nos destroza y a la que achacamos todos los males. Antes de que sea más tarde exijamos ausencia de arbitraje y justo precio para los productos financieros que bancos y cajas han vendido a ciudadanos mal informados en los últimos años. Los tribunales de justicia comienzan a recibir reclamaciones sobre swaps, bonos perpetuos y otros tantos “algo” mal entendidos con los que algunos han encontrado el arbitraje de sus sueños. Las dificultades intrínsecas para entender estos productos no debieran frenar la capacidad de jueces y fiscales para impartir justicia. Las matemáticas financieras pueden ayudar a explicar, simular y analizar contratos para detectar arbitrajes que nunca debieron existir.

## ***¿Qué nos hace humanos?***

Francisco J. Murillo Araujo, 17 de diciembre de 2011

Ya es (casi) de dominio público que muchas de las características de los individuos de cada especie están determinadas por su “genoma”, el conjunto de instrucciones (genes) “escritas” en un largo texto lineal de cuatro letras (cuatro compuestos químicos diferentes) que constituyen la molécula del DNA. También conocido es que hemos aprendido a determinar la secuencia de letras de esos textos y sabemos así “qué dice” el DNA de uno u otro organismo, sea hombre, ratón o trigo. Ello nos permite comparar unas moléculas de DNA con otras para tratar de identificar aquellos genes que podrían ser responsables de las capacidades peculiares de cada especie. Surge entonces una cuestión de particular interés: ¿permite esa comparación, realizada con nuestro genoma y el de nuestros parientes evolutivos más próximos, identificar aquellos genes responsables de los caracteres específicamente humanos, aquellos que nosotros mismos consideramos los más nobles, como el lenguaje o la capacidad de razonamiento?

Desafortunadamente, sobre todo para aquellos que siguen considerándose el producto de un acto único de creación divina, la comparación, hace ya años, de nuestro genoma con el de nuestro primo evolutivo más cercano, el chimpancé, demostró que tenemos prácticamente los mismos genes y, además, que apenas existen diferencias en la secuencia de letras de cada uno de ellos. Surge entonces la hipótesis de que lo que nos hace humanos no es contar con componentes distintos a los del chimpancé, sino en combinarlos de forma distinta, en cuales de ellos ponemos en cada lugar (en cada célula) aspecto éste que conocemos como “regulación de la expresión de los genes”. De ahí que últimamente se haya puesto especial énfasis en comparar el hombre y otros primates no para buscar diferencias en cuanto a sus genes, demostrado ya que son prácticamente los mismos, sino en cuanto a su expresión en distintos tejidos. En esa dirección va un trabajo, publicado el 6 de diciembre en la revista “PLoS Biology”, de investigadores chinos y alemanes dirigidos por los Dres. Khatovich y Pääbo (conocido este último por su estudio del genoma de los neandertales). El trabajo demuestra notables diferencias entre el hombre y el chimpancé (o el macaco) en aspectos significativos de la regulación de la expresión génica precisamente en dos regiones cerebrales como el cerebelo, responsable del lenguaje, y el córtex prefrontal, responsable del razonamiento abstracto y de la memoria operativa. (Nota final: ningún político entre los individuos analizados).

## ***La naturaleza no dice, susurra***

Alberto Requena Rodríguez, 14 de enero de 2012

Vivimos momentos complicados para la Ciencia. En casi todos los discursos de los dirigentes se incluye la referencia inexcusable a la innovación, pero lo primero de lo que prescinden las empresas, organizaciones y corporaciones (aunque haya honrosas super-excepciones) es de las divisiones de I+D y para qué decir si son de I+D+i, las fulminan. Las instancias oficiales no andan a la zaga y reducen en primer lugar los recursos para investigación en un claro alarde de negación del futuro.

Y esta actitud ciega, pacata y pueblerina, contrasta con las voces más autorizadas que justamente reclaman imaginación, redoble de esfuerzos de investigación y apelan a la inteligencia y creatividad de los portadores de materia gris, que en estos momentos deben redoblar sus esfuerzos. Así lo acaban de hacer los premios Nobel de Física, Química y Economía, reunidos en Estocolmo: APUESTAN POR MEJORAR LA CIENCIA BÁSICA. El argumento es muy comprensible: “es la herramienta clave para cualquier país que quiera alcanzar la excelencia en investigación”. Es la Ciencia Básica la que permite inventar cosas que antes no existían, afirmó Brian Schmidt, uno de los tres Nobel de Física de este año. En su día muchos se preguntaron para qué servía la teoría de la relatividad de Einstein y hoy día es imprescindible, afirmó Dan Shechtman, último premio Nobel de Química por su trabajo sobre los cuasicristales. La apuesta de todos es que, incluso, antes que la Ciencia lo fundamental es la buena educación en las primeras etapas, que hay que mejorar para asegurar un futuro mejor.

Y en estas, me viene a la memoria una de las figuras excelsas de la Ciencia con mayúscula, como fue el neozelandés Ernst Rutherford, que diseñó uno de los experimentos más brillantes del siglo XX descubriendo el núcleo atómico. Reunió elegancia, ambición científica, tesón e inteligencia en grados suficientes como para no sólo acreditarse como Nobel, sino luchar por garantizar los mismos derechos a las mujeres que a los hombres en la Universidad, eliminar la censura gubernamental en la radio nacional, la BBC, solicitar más becas de investigación para los jóvenes, promover centros de investigación y confesarse antifascista activo, también con España. Hoy reposa en Westminster. Se dice de él que “no prestaba tanta atención a lo que la Naturaleza decía, sino a lo que susurraba”.

## **Excelencia**

Juan Carmelo Gómez Fernández, 21 de enero de 2012

Superior calidad o bondad que hace digno de singular aprecio y estimación algo, según el diccionario de la RAE. Como sucede con tantos otros, este término se viene empleando de forma equívoca, eufemística. ¿Qué habría que esperar de una Universidad para que pudiéramos calificarla como excelente? Nos fijaremos para ello en cómo son las Universidades más prestigiosas del mundo, tales como Cambridge u Oxford en Europa o Harvard, Stanford o Berkeley en los Estados Unidos. Ciertamente reúnen unas características comunes. Tienen una autonomía que las pone por encima de los avatares políticos y de los caprichos de los Gobiernos sobre qué enseñanzas pueden ofrecer y cómo impartirlas y en gran medida de los vaivenes económicos, gracias a sus propiedades o a sus ingresos. Tienen una importantísima actividad investigadora y no se concebirían sin ella. Muestran unas elevadas ratios profesor/alumno y unos estrictos sistemas de selección de sus profesores y alumnos. En ningún caso servirán de guardería de adultos. Lo normal es que cada profesor enseñe sobre un campo en que es especialista y al que ha hecho aportaciones reconocidas y sustanciales para su desarrollo o establecimiento. Eso llevará a contratar profesores científicamente complementarios a los ya en plantilla. No se formarán clones en los que todos los profesores provienen de la escuela local y todos saben de lo mismo. Para obtener un puesto permanente los profesores habrán de demostrar realmente su valía. El sistema de selección se basará en una comisión de selección de la que formarán parte los más prestigiosos especialistas internacionales. No se dará preferencia al candidato que haya nacido en la ciudad o región donde se encuentra la Universidad, ni los candidatos locales van a poder opinar sobre los miembros de la comisión seleccionadora. Los profesores cobrarán de acuerdo a su valía, negociando cada uno sus condiciones económicas y no sólo eso, sino también las infraestructuras que se pondrán a su disposición, además de espacio, personal auxiliar o grupo de investigación. Se encontrarán muy claras desigualdades en cuanto a lo que se ofrece a cada profesor. Los que estamos dentro sabemos que ninguna Universidad, no ya de la Región de Murcia sino de España, cumple, ni es previsible que lo hagan durante esta generación, prácticamente ninguna de las características enunciadas arriba y desde luego es lo que muestran las clasificaciones de las Universidades, en las que ninguna española ocupa puestos preferentes, ni mucho menos.

## ¿Invisibles?

Pablo Artal Soriano, 28 de enero de 2012

En el subconsciente colectivo de las cosas que nos gustaría hacer, pero parecen imposibles, hay dos que quizás sobresalen. Los viajes en el tiempo, que mencione en una reciente columna sobre la posibilidad de que los neutrinos pudieran ser más rápidos que la luz, y el ser invisibles.

Avivada la imaginación primero por la novela de ciencia ficción, titulada “El hombre invisible”, que publicó HG Wells en 1897, que más tarde fue llevada al cine en una película de 1933, quien más, quien menos ha soñado alguna vez con las ventajas de la invisibilidad por un tiempo.

Conceptualmente, un objeto será invisible cuando no absorba ni refleje la luz y su índice de refracción sea el mismo que su entorno. Como no podía ser de otra manera, muchos científicos se han sentido atraídos con la idea de desarrollar “capas” que colocadas sobre objetos los hagan invisibles. Pero el primer paso de la ficción a la realidad no ocurrió hasta el año 2006, cuando dos grupos de científicos propusieron métodos para hacer realmente invisibles pequeños objetos a unas longitudes de onda (color) específicas.

Estos primeros intentos avivaron la carrera entre científicos por demostrar capas de invisibilidad más sofisticadas. A finales del año 2010, varios grupos de físicos fueron capaces de fabricar una capa que podía ocultar objetos de tamaños macroscópicos en longitudes de onda de la luz visible. Utilizaron para ello cristales transparentes de calcita que cubrían el objeto. La capa de invisibilidad desvía la luz de forma que parece que proviene del suelo sobre el que se encuentra el objeto, como si este no estuviera allí. Para ello el material debe desviar los rayos de luz entrantes y salientes de manera diferente, dependiendo de las dimensiones del objeto que se quiere ocultar. Esto se consigue con dos capas de calcita y aprovechando sus propiedades de polarización. Un grupo en Singapur consiguió utilizando esta técnica hacer invisible una pieza de acero de casi 4 cm de largo y 2 mm de alto. En este caso el objeto invisible debía estar sumergido en agua.

Es prematuro especular como puede avanzar este campo, pero ya no es completamente descabellado pensar que en un futuro próximo quizás no solo decidamos el tipo de ropa que queremos llevar por la comodidad o los gustos, sino que también podamos elegir algunas capas de invisibilidad. Después de todo, ¿a quién no le atrae la idea de pasar realmente inadvertido?

## ***De cómo el sueño influye en la salud***

Cecilio J. Vidal Moreno, 4 de febrero de 2012

Comienzan a conocerse los efectos del sueño sobre la actividad cerebral. Los sistemas nervioso e inmune se comunican entre sí, de modo que la pérdida de sueño reduce las defensas, y los trastornos inmunitarios afectan al sueño. El dormir poco favorece la liberación de citoquinas pro-inflamatorias (caso de la interleuquina-1). A su vez, los mediadores que impulsan la inflamación (para combatir las infecciones) modifican las funciones del sistema nervioso y la conducta, incluido el sueño. Sea por los cambios sociales, la extensión de la jornada laboral, los medios audiovisuales y las crecientes preocupaciones, el caso es que el porcentaje de adultos que duermen menos de 7 horas por noche aumenta año tras año. El hábito de dormir poco, no sólo produce falta de reflejos; también se asocia con la obesidad, por un lado, y con el aumento de leptina y la caída de grelina, por otro, dos efectos que estimulan el apetito. Con respecto a los que duermen 7 horas por noche, los que duermen 5 horas tienen 2,5 veces más riesgo de padecer diabetes. En éstos, también aumenta el riesgo de hipertensión y de patologías cardiovasculares. Obesidad, diabetes y lesiones cardiovasculares se asocian, en parte, a procesos inflamatorios. Además, los trastornos inmunes pueden modificar el sueño. En el SIDA, el sueño se altera antes de que aparezcan los primeros síntomas, y en la infección por *Trypanosoma brucei*, que causa “la enfermedad del sueño”, la respuesta inmune puede afectar a las regiones cerebrales que regulan el ciclo sueño-vigilia. Sin llegar a tanto, todos conocemos el estado de letargo que conlleva la gripe. Frente a la infección, las neuronas de áreas cerebrales concretas que producen serotonina responden liberando citoquinas inflamatorias que inducen la fiebre. La fiebre refuerza el sistema inmune y reduce la replicación del patógeno. Además, las citoquinas impulsan las acciones del neurotransmisor GABA en áreas reguladoras del ciclo sueño-vigilia. La temperatura corporal y, por tanto, las necesidades de energía varían con los ritmos circadianos y el sueño, aumentando en la fase REM (movimiento rápido de los ojos) y disminuyendo en la fase no-REM. Las citoquinas modifican el patrón habitual del sueño REM y no-REM, favoreciendo el estado febril y la lucha contra la infección. Pero, en personas sanas que habitualmente duermen poco, las mismas citoquinas pro-inflamatorias pueden contribuir a patologías tan extendidas como la hipertensión y la diabetes.

## ***¿Quién tiene que divulgar la ciencia?***

Pablo Artal Soriano, 11 de febrero de 2012

Estas columnas semanales pretenden ser un ejemplo de buena divulgación de la ciencia. Escritas con un lenguaje asequible al lector cultivado, basadas en evidencias probadas científicamente, y en lo posible útiles y entretenidas. Los que escribimos estas columnas somos científicos profesionales que normalmente tratamos temas próximos a nuestras líneas de trabajo. Pero, por supuesto, existe un amplio abanico de posibilidades en la divulgación de la ciencia. Por ejemplo, el mes pasado se celebraron en la ciudad de Murcia unas jornadas sobre los nuevos modos de comunicación de la ciencia mediante blogs, organizadas por la Academia de Ciencias y la Universidad de Murcia.

La generalización de internet también ha revolucionado la manera en que se informa a los ciudadanos sobre los avances científicos. Tradicionalmente los periodistas científicos se han encargado de filtrar y tratar las noticias para llevarlas desde los laboratorios a los periódicos, revistas o las televisiones. Durante mucho tiempo, los propios científicos, salvo algunas distinguidas excepciones, se abstuvieron de ser ellos mismos quienes divulgaran. Existía la idea de que un científico debía serlo al 100%, sin emplear su tiempo en otras actividades que pudieran desviarlo de su objetivo principal en busca del avance del conocimiento.

En los últimos tiempos ha aparecido un tercer actor, los aficionados a la ciencia, que en algunos casos elaboran información en blogs de una enorme calidad. Y algunos científicos se han sumado a esta tendencia escribiendo directamente sus descubrimientos, y los de otros colegas en blogs personales. Todos estos movimientos son muy interesantes y positivos. Ayudan a democratizar el conocimiento científico y pone en valor los avances realizados por un mayor número de científicos y de más sitios. Alguien puede pensar que existen riesgos, pero en mi opinión no más que otras actividades similares. Es ciertamente posible que haya quien pretenda hacer negocios poco claros o promover ideas falsas sin la necesaria base científica. El lector tendrá que saber discernir lo bueno de lo malo y, sobre todo, de falso. Para el ciudadano curioso, inquieto, y de natural escéptico, lo mejor será una ración variada que combine información periodística de calidad, lo que cuentan directamente los propios científicos, y lo que se dicen en los muchos y buenos blogs de aficionados. Si sienten curiosidad sobre este asunto, les animo a que den una vuelta por dos blogs de altos vuelos hechos aquí, <http://scientia1.wordpress.com>, <http://www.esepuntoazulpálido.com>; o a visitar el mío personal en español, más modesto y no exclusivamente sobre ciencia, <http://visiondelejos.blogspot.com>.

## **Ciencia censurada (I)**

José García de la Torre, 18 de febrero de 2012

Uno de los aspectos más gratificantes de la investigación científica es el de actividad creativa y, como tal, libre en principio, salvo casos de restricciones obvias impuestas, por ejemplo, por una entidad participante (como una empresa privada patrocinadora del trabajo), lo cual no es habitual en investigación básica. Si acaso, es el propio científico el que se “auto-censura”, eligiendo sus temas de trabajo pensando en la posibilidad de captar recursos y conseguir publicaciones. La publicación en revistas científicas es también libre, en principio: las revistas simplemente piden una declaración de los autores de no estar sujetos a restricción; su censura estriba, esencialmente en la calidad del trabajo, juzgada por censores anónimos. Claro, que es conocida la frase: “Mi libertad termina donde empieza la (libertad o derechos) de los demás”, atribuida a J.P. Sartre. Y, en la cuestión de donde situar el límite, surge otro tipo de censura más importante. Les contaré un par de casos recientes por sus repercusiones éticas, sociales e incluso políticas.

Sobre la archiconocida cuestión del calentamiento global - o más asépticamente hablando cambio climático (CC) - la opinión de que existe, y es casi exclusivamente debido a actividades humanas, proviene de investigaciones aportadas por numerosos científicos. Los pro-CC son mayoría, pero no muy amplia, pues hay otros científicos anti-CC que rebaten (como es normal, e incluso conviene generalmente en ciencia) sus propuestas. Dado que las medidas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, “presunto primer culpable” del supuesto CC son enormemente costosas, la polémica ha ido más allá de la preocupación de grandes industrias, alcanzando el nivel de disputas internacionales.

El correo electrónico es el conducto habitual de intercambio entre colegas que colaboran en un determinado tema, o tienen intereses comunes. Pues bien, en un acto de pirateo informático a una universidad británica, captaron la correspondencia de un científico pro-CC, entre la cual, dijeron, podrían encontrarse indicios de manipulación intencionada de datos. Desde entonces, los anti-CC de los Estados Unidos están empeñados en que los correos de diversos pro-CC de universidades y centros públicos de investigación les sean entregados, amparándose en el derecho de libertad de información del ciudadano acerca de las actividades sufragadas por el erario público. Ya hay varios juicios en curso. Secreto epistolar, libertad de palabra, y libertad de investigación, confrontados por el derecho del contribuyente a ser informado de lo que libremente desee. ¡Vaya toalla! Les dejo que lo piensen, y les cuento la segunda la próxima semana.

## ***Ciencia censurada (II)***

José García de la Torre, 25 de febrero de 2012

En mi anterior columna trataba de la censura en la actividad científica en la medida de que puede confrontarse con intereses, libertades o necesidades de otros. Tras la historia de como una ONG en EEUU puede reclamar a una universidad pública todos los e-mails de un profesor, les cuento la segunda que prometí.

Hace escasos meses las prestigiosísimas revistas científicas Science y Nature recibieron para su posible publicación sendos trabajos, realizados respectivamente, en la Universidad de Wisconsin (EEUU) y el Centro Médico Erasmus (Holanda), coincidiendo en un hallazgo de evidente repercusión en la salud humana. El temido virus de la gripe aviar (60% letal) causa muchas menos fatalidades que la gripe común; nos salvamos porque el virus no se contagia entre mamíferos a través del aire, sino solamente de ave a mamífero (no, por tanto, de humano a humano). Los experimentos sobre este virus, que presenta una gran, pero aún latente, amenaza, se realizan con mamíferos de laboratorio; los conejillos de indias, en este caso, son hurones. Pues bien, ambos laboratorios se encontraron con un mutante del virus de gripe aviar que un hurón en una jaula puede contagiar a otro en una jaula adyacente, lo que parece indicar que este mutante podría transmitirse entre mamíferos, de humano a humano. De entrada, ha habido críticas desde la comunidad científica, acerca de si experimentos que pudieran dar lugar a tal hallazgo, a la producción de ese mutante, suponen una grave irresponsabilidad. Como defensa, se argumenta que es mejor conocer la posibilidad de esa mutación, para estudiarla y prevenirla, que tener algún día, cuando se produjera de manera natural, espontánea, que abordarla desde el desconocimiento.

Pero más allá del debate científico, ha saltado la alarma gubernamental. La amenaza del bioterrorismo (recuérdese el caso del ántrax) ha sensibilizado a ciudadanos y políticos. El Consejo Científico Nacional de Bioseguridad en Estados Unidos ha requerido a las revistas que censuren la publicación de los trabajos, no publicándolos, de momento, o si se hiciera, omitiendo los detalles más relevantes de la investigación. Las revistas han aceptado, por ahora, y los autores se han auto-impuesto una moratoria, auto-censura de 60 días, para pensárselo. Pero en otros foros se reclama la publicación, argumentando que no ya el dichoso virus, sino la información censurada pudiera escaparse (“filtrarse”, nunca mejor dicho, pues los virus, se diferencian de las bacterias en que atraviesan los filtros empleados en los laboratorios), cayendo en lugar inadecuado y con la investigación sobre ellos paralizada.

## ***Longevidad y especies reactivas del oxígeno***

Francisca Sevilla Valenzuela, 3 de marzo de 2012

A pesar del espectacular avance que se ha producido en la identificación de genes y vías metabólicas relacionadas con el proceso de envejecimiento y/o con la posibilidad de prolongar la “longevidad”, lo cierto es que estos aún no son concluyentes e incluso en algunos casos, como, por ejemplo, el de los genes que codifican las sirtuinas, llamados “genes de longevidad” los resultados pueden ser útiles para un envejecimiento saludable pero no para un incremento en la longevidad. Este hecho es un reflejo más de la importancia que en el avance científico tiene el redirigir y el profundizar en la investigación sobre un determinado tema.

Otro de los ejemplos que actualmente son objeto de cierta controversia, es el relacionado con la históricamente denominada “teoría del envejecimiento por radicales libres mitocondriales” Esta teoría propone que las especies reactivas del oxígeno (ROS en inglés) como el agua oxigenada o los radicales libres superóxido, producidas en la respiración mitocondrial, causan daños oxidativos a proteínas, lípidos y al ADN (material genético) mitocondrial. A su vez este daño estimula una producción incrementada de ROS en las mitocondrias y de este modo el proceso recuerda un “ciclo viciado” que finalmente conduce al deterioro celular y del organismo. Sin embargo, mientras que hay certeza de que varios tipos de daño se acumulan con la edad, aún no se ha establecido cómo puede la acumulación y el tipo de daño y de molécula dañada, determinar el incremento exponencial del riesgo de muerte en función del tiempo transcurrido, es decir la velocidad del envejecimiento. En este sentido, un número importante de estudios recientes han demostrado que muchas de las condiciones que producen aumentos de las ROS mitocondriales no acortan la longevidad en animales como el nematodo *Caenorabditis elegans* o en ratones, y lo que es aún mucho más interesante, se ha comprobado que niveles moderados de ROS en mitocondrias “promueven” la longevidad. Estas ROS actuarían modulando la función mitocondrial, influyendo en una disminución de la respiración por un mecanismo aún no identificado, si bien estos resultados suponen una evidencia crítica de la teoría del envejecimiento por las ROS mitocondriales. Considerando que *C. elegans* es el organismo que más ha aportado al conocimiento del proceso de envejecimiento y ya que muchos de los procesos reguladores del envejecimiento en este nematodo están conservados en mamíferos y humanos, el descubrimiento del mecanismo responsable de la extensión de la longevidad por las ROS mitocondriales constituye un reto fascinante.

## ***¿Hay alguien ahí?***

Ángel Ferrández Izquierdo, 10 de marzo de 2012

Érase una vez una nave espacial que abandonaba la Tierra camino de las más oscuras profundidades del Universo. Al cabo de varios años de viaje, y siguiendo las instrucciones de vuelo, el segundo piloto conectó los potentes altavoces externos para preguntar a sus desconocidos vecinos ¿hay alguien ahí?

Vivimos en un planeta corriente, que gira alrededor de una estrella vulgar, formando parte de un conjunto situado en uno de los brazos de una galaxia espiral normal. Habida cuenta de los miles de millones de galaxias y de sistemas solares que pueblan el Universo, no es lógico pensar que sea la Tierra el único planeta que alberga vida tal como nosotros la entendemos, basada en el agua, el oxígeno y el carbono.

El terrícola, además, se cree inteligente, es decir, parece que la Tierra es propicia para la vida inteligente. Pero ¿por qué no pensar en otro concepto de vida basado en el ácido sulfúrico, el potasio y el molibdeno? Esos seres podrían tener la forma de un tomate nuestro o quizás ser invisibles, o seguramente jamás imaginados por nuestro limitado juicio, o tener un coeficiente intelectual mil veces el de Einstein. Seguramente la gran proeza humana de llegar a la Luna no es más que un juego de niños para ellos.

Es cierto que la Tierra se encuentra en una posición privilegiada, ni demasiado cerca ni demasiado lejos del Sol, es decir, ni muy caliente ni muy fría, para que la vida, tal como la conocemos, sea posible, pero en parecida situación, con respecto a su estrella, podríamos hallar cantidades ingentes de planetas donde se dé otro tipo de vida y otra clase de inteligencia. ¿Por qué no damos con ella? De existir, ¿por qué no se comunican con nosotros? O puede que lo estén haciendo y no seamos capaces de percibirlo.

Estoy plenamente convencido que sus señales son muy claras, pero el hombre las obvia porque se siente el rey del Universo, y en realidad los terrícolas no son más que una pandilla de mentecatos en auto-extinción. Aquellos mensajes son nítidos: cuida tu planeta azul, sus ríos, sus mares, sus animales, su atmósfera. El terrícola bípedo se ha erigido en el emperador del Cosmos y sin embargo nadie lo ha coronado. Se cree más listo que cualquiera de cuatro patas porque está muy cerca de fabricar un ordenador cuántico, pero demuestra poco seso cuando permanece de brazos caídos contemplando la exterminación de los bosques o la explotación del hombre por el hombre.

## ***Científicos y exploradores***

Pablo Artal Soriano, 17 de marzo de 2012

Una pregunta que suelen hacernos a los científicos es como sabemos que investigar. Si quien hace la pregunta es bastante joven, me gusta poner la analogía de los exploradores que se adentran en un terreno desconocido (una espesa jungla) para tras abundantes penalidades encontrar algo importante (las fuentes del Nilo).

En la ciencia, la elección del problema es tan importante como decidir los métodos, el equipo necesario y el propio trabajo en busca del descubrimiento. Mis estudiantes y colaboradores conocen mi obsesión (una de tantas, me temo) por hacernos las preguntas adecuadas. Encontrar y definir lo que es un buen problema es fundamental para el científico. Pero, ¿qué es un buen problema y como se elige?

No existe una respuesta única a estas preguntas y dependerá de cada uno, de sus propios intereses, de sus capacidades, de su entorno y de sus aspiraciones. Una premisa importante es que para lograr un avance significativo se debe haber llegado previamente lo suficientemente lejos. Por eso es tan importante en la ciencia la formación (muy larga) y el aprendizaje (de por vida). En el símil del explorador, primero es necesario llegar al corazón de África, puesto que si te encuentras a miles de kilómetros será imposible descubrir donde nace el Nilo.

En la elección de los problemas científicos hay dos parámetros a considerar: relevancia y dificultad. Si se aspira a un problema cuya solución signifique un avance que importe a los demás, y tenga un impacto, normalmente será también de los más difíciles. Un arte que tienen los mejores científicos es hacerse preguntas que a la vez son importantes y es posible atacar. Las dos situaciones extremas son poco recomendables: sólo pensar en algo tan relevante que es inalcanzable o atacar problemas muy simples, pero sin interés.

Normalmente el camino hacia el objetivo trazado no es una línea recta y van surgiendo derivaciones hacia algo que no habíamos pensado inicialmente y que puede ser incluso más importante. Además, en estos caminos de exploración no estamos nunca solos, más bien corremos rodeados de otros colegas que van en busca de las mismas o similares respuestas. Uno de los mayores placeres en la ciencia, como debía ocurrir a los exploradores, es llegar primero a un descubrimiento. Aunque en muchas ocasiones cuando llegas ya había alguien ahí y uno se siente más como como Stanley al llegar al lago Victoria diciendo: “el Dr. Livingstone supongo”.

## ***Aceleración del universo***

Miguel Ortuño Ortín, 24 de marzo de 2012

El descubrimiento por Edwin Hubble de la expansión del universo fue el hallazgo astronómico más importante del siglo XX y cambió drásticamente nuestra visión del universo. Como una consecuencia lógica del mismo se predijo el “Big Bang”, o estallido inicial, pero quedaba la duda de cuál sería nuestro destino final. Las dos hipótesis más razonables eran que, o bien la atracción gravitatoria pudiera más que la velocidad de expansión y el universo acabara colapsando, o que ambos efectos estuvieran exactamente compensados y el universo se expandiera por siempre, aunque cada vez más lentamente.

En la última década surgió sin embargo una nueva sorpresa en este terreno y dos equipos de investigadores han encontrado de manera independiente que el Universo se acelera. El comité de los premios Nobel ha galardonado por ello el pasado año a los líderes de ambos proyectos: Saul Perlmutter de la Universidad de California en Berkeley, Adam Riess de la Universidad John Hopkins, ambos en Estados Unidos, y Brian Schmidt de la Universidad Nacional de Australia.

Para llegar a la conclusión de que el Universo se acelera es necesario medir con precisión la relación entre las distancias de objetos lo más lejanos posible y su corrimiento hacia el rojo, que es proporcional a la velocidad con la que dichos objetos se alejan de nosotros. La medida del corrimiento hacia el rojo es fácil y el verdadero reto está en la medida de la distancia, pues la luminosidad que nos llega de un objeto depende tanto de su propia luminosidad real, como de lo lejos que esté de nosotros. Ambos equipos de investigación eligieron como objetos a medir supernovas, que son estrellas que explotan cuando se les acaba el combustible. La luminosidad de estas explosiones es tremenda por lo que pueden observarse a distancias enormes. Pero más importante aún es el hecho de que su luminosidad intrínseca depende del tiempo de duración de su pico de brillo y puede por tanto calibrarse. Las medidas utilizando datos de estas supernovas mostraron que el universo se expande acelerándose, es decir cada vez a mayor velocidad.

## ***Nuestra retina y la pantalla “Retina”***

Pablo Artal Soriano, 31 de marzo de 2012

Las últimas versiones de los iPads e iPhones de Apple vienen equipados con una pantalla de alta resolución a la que la empresa de la manzana ha dado el nombre comercial de pantalla “Retina”. La razón que según Apple sustenta este nombre la dio el propio Steve Jobs en la presentación del iPhone 4: “debido a la alta densidad de elementos de imagen (píxeles) de la pantalla “Retina”, el ojo humano es incapaz de distinguirlos”. Esta afirmación es casi correcta, ya que en condiciones de visión normales la mayoría de las personas no somos capaces de ver los detalles de los píxeles.

Sin embargo, a muchos científicos, normalmente muy proclives a todas las innovaciones de Apple, no ha gustado este nombre porque parece indicar que las características de estas pantallas son similares a la retina de nuestro ojo. Dada la influencia de todo lo que hace Apple, la elección del nombre es ciertamente desafortunada porque las diferencias entre las características de la pantalla “Retina” y la retina humana son simplemente abismales.

Déjeme que les analice alguna de las características utilizando datos del nuevo iPad. Tiene una resolución de 2048x1536 píxeles, es decir algo más de 3 millones en total. Cada pixel tiene un tamaño aproximado una décima de milímetro y contiene tres subelementos (rojo, azul y verde) para reproducir los colores. Nuestra retina tiene dos tipos de elementos fotorreceptores, los conos, que utilizamos en la visión diurna y de colores, y los bastones que usamos preferentemente en visión nocturna. Tenemos unos 7 millones de conos, con un tamaño de poco más de 2 centésimas de milímetro, y más de 120 millones de bastones. Los píxeles de la pantalla del nuevo iPad son 40 veces más grandes que los conos, así que aproximadamente dentro de cada pixel de la pantalla podrían colocarse unos 1500 conos. Como comparación en un pixel del viejo iPad2, con peor resolución, caben 4 del nuevo.

Pero además de la resolución, un iPad colocado a la distancia de lectura cubre un campo visual de unos 30 grados, una pequeña fracción de nuestro campo de visión que es del orden de 200 grados. El contraste de la pantalla “Retina” es menor de 1 a 1000, bien modesto si se compara con el espectacular rango de sensibilidad de nuestra retina, de 1 a más de 1000 millones. A la vista de estos datos, a las pantallas les queda tanto por avanzar en su desarrollo para acercarse a nuestra maravillosa retina, que parece demasiado osado darles este nombre.

## **Conflictos bélicos de origen climático**

José S. Carrión García, 21 de abril de 2012

El escritor y corresponsal de guerra Jean Hatzfeld, saltó a la fama hace años por la publicación de una trilogía sobre el genocidio ruandés. A través de una serie de entrevistas a genocidas en prisión, Hatzfeld nos presenta con crudeza la realidad de la guerra desde la perspectiva de un observador desprejuiciado. La historia de Ruanda tiene mucho que enseñarnos sobre la importancia que la interpretación de los sucesos deviene en la explicación de las grandes catástrofes. También es un buen laboratorio experimental para observar cómo, en cuestión de horas, y ante la percepción de una amenaza, los fundamentos morales de una sociedad pueden adaptarse a la justificación de la violencia.

Tras leer el último libro de la trilogía, *La Estrategia de los Antílopes*, no he podido evitar trascender las narraciones individuales para reafirmar la idea personal de que la guerra de Ruanda tiene un trasfondo característico de todas las guerras modernas cuya causa esencial viene a ser el cambio climático. Ruanda era una de las naciones del mundo con mayor densidad y tasa de crecimiento poblacional y el genocidio se vio precedido por un aumento del número de personas que habían llegado a vivir por debajo del umbral del hambre.

Parece que, con la crisis financiera, las políticas de adaptación al cambio climático han pasado a un segundo plano en la agenda de los organismos internacionales, los cuales no gustan de ser informados de aquello que no satisface las expectativas de su clientela. Sin embargo, la inacción política en estas circunstancias puede suponer una tragedia de proporciones incalculables. En las próximas décadas, muchas sociedades agropastorales van a entrar en colapso debido al cambio climático. Algunas ya se están descomponiendo (véase el caso de Darfour a partir del año 2003). En otros casos, como Etiopía, Kenia, Nigeria, Indonesia o Sri Lanka, es previsible que los países se desintegren debido al conflicto por los recursos, las hambrunas, la pérdida de legitimidad de las élites políticas y el lucrativo mercado de la guerra. Se prevé que, en el año 2050, un mínimo de 2000 millones de personas sufrirá problemas directos de supervivencia por escasez de agua. Los impactos del cambio climático serán geográficamente muy dispares y lo más probable es que los mayores causantes sean los menos afectados. Si hay algo incuestionablemente global entre los efectos del cambio climático es precisamente la injusticia.

## Belleza en Matemáticas

Pascual Lucas Saorín, 28 de abril de 2012

La belleza es, y copio literalmente del diccionario de la RAE, la “propiedad de las cosas que hace amarlas, infundiendo en nosotros deleite espiritual. Esta propiedad existe en la naturaleza y en las obras literarias y artísticas”. Esta definición parece restringirse, aparte de a las cosas naturales, a la literatura, la poesía, la pintura, la escultura, la música, etc. Sin embargo, Aristóteles ya decía en su *Metafísica* que “aquellos que afirman que las matemáticas no dicen nada acerca de la belleza están en un error. No hay nada más hermoso que el orden, la conmensurabilidad y la precisión”. Más recientemente, Bertrand Russell decía, en referencia a la belleza matemática, que “la matemática posee no sólo verdad, sino belleza suprema; una belleza fría y austera, [...] pero sublime y pura, capaz de una perfección extrema como sólo las mejores artes pueden presentar”.

En 1988, David Wells propuso a los lectores de la revista “*Mathematical Intelligencer*” visualizar la belleza matemática. Planteó una encuesta con un listado de 24 teoremas famosos, y los resultados obtenidos con las respuestas de los lectores fueron publicados en 1990. Sorprendentemente, Leonard Euler (1707-1783) era el autor de tres de los cinco teoremas más citados. El resultado más bello, a juicio de los lectores, es la famosa ecuación que relaciona cinco de las más importantes constantes matemáticas:  $e^{i\pi}+1=0$ . Esta identidad relaciona el cero, el uno, el número pi (la constante circular, que aparece en Matemáticas por donde menos se la espera), el número e (la base de los logaritmos naturales) y el número i (la unidad imaginaria).

En segundo lugar, figuraba la fórmula de Euler para poliedros que relaciona el número de vértices (V), de aristas (A) y de caras (C), y que afirma:  $V-A+C=2$ . Es un entretenimiento verdaderamente sorprendente comprobar con los poliedros más sencillos (tetraedro, cubo, octaedro, etc.) que dicha fórmula siempre se cumple.

En quinto lugar, aparece una fórmula para calcular el número pi; la identidad no es computacionalmente interesante (pues se necesitan muchísimos términos para conseguir una buena aproximación) pero es de las más bellas que existen:

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{25} + \dots + \frac{1}{n^2} + \dots = \frac{\pi^2}{6}$$

La fórmula anterior, que puede probarse a los estudiantes de primero de Matemáticas, supuso uno de los primeros triunfos de Euler, pues en el siglo precedente habían sido muchos los matemáticos que habían intentado sin éxito encontrar el valor exacto de esta serie infinita; se habían proporcionado algunos resultados numéricos aproximados, pero el valor exacto no había sido calculado.

¿Cuál es, para el lector, la fórmula o teorema más bello de las Matemáticas?

## **Luz azul: ¿ángel o demonio?**

Pablo Artal Soriano, 5 de mayo de 2012

La luz visible son ondas electromagnéticas que tienen una longitud de onda de entre unos 0.4 (azul) y 0.7 (rojo) milésimas de milímetro. Otras radiaciones electromagnéticas sólo se diferencian de la luz en el valor de su longitud de onda, mucho más larga en las ondas de radio y miles de veces más pequeña en los rayos X. Como la longitud de onda está relacionada inversamente con la energía de la onda, nadie se esconde de las ondas de radio, que son de poca energía, pero se toman muchas precauciones con los rayos X, ya que al ser más energéticos son claramente dañinos.

Próximos a la luz azul, los rayos ultravioletas son invisibles y tienen una longitud de onda menor. Están presentes abundantemente y pueden causar quemaduras en la piel y daños en los ojos. Por eso es una práctica necesaria, y aceptada universalmente, protegerse adecuadamente de la radiación ultravioleta. Pero en los últimos años han aparecido sugerencias de algunos científicos que recomiendan no sólo protegerse del ultravioleta, sino también evitar la luz azul. En este caso no existe el consenso, con dos tendencias enfrentadas sobre si la luz azul nos resulta dañina o por el contrario es necesaria, e incluso beneficiosa.

Es conocido que un exceso de luz azul puede dañar nuestra retina. Por ello, el ojo está protegido de manera natural con inteligentes mecanismos de compensación. El cristalino y el pigmento macular son amarillentos, lo que indica que filtran una buena parte de la luz azul que llega al ojo impidiendo que en su totalidad llegue a la retina. Sin embargo, hay quien piensa, que se debería “ayudar” al ojo en la tarea de filtrar la luz azul con lentes o lentillas específicas amarillas que eliminaran la mayor parte de azul que llega a la retina.

Por otro lado, está bien demostrado que cuando nos encontramos en entornos ricos en luz azul, nuestro ánimo mejora. Por ello en la posición opuesta, hay quien promueve el uso de lámparas especiales con más proporción de luz azul, especialmente en personas de edad avanzada, en las que el cristalino se vuelve más amarillo. No es extraño que muchos lugares de trabajo se iluminen con luz más “blanca”, lo que indica más proporción de azul, para promover la actividad. O que prefiramos iluminaciones más “amarillas”, es decir con menos azul, cuando queremos descansar.

¿Es la luz azul como un “ángel” que nos estimula positivamente o un “demonio” que va dañando silenciosamente nuestra retina? En mi opinión, una protección adecuada al ultravioleta y que nos permita disfrutar de los colores azules sería suficiente.

## ***El tamaño sí importa***

Pablo Artal Soriano, 12 de mayo de 2012

Les escribo esta columna volando desde Miami a Los Ángeles. Acabo de participar en un congreso en Florida que reúne a unos 15000 científicos de todo el mundo interesados en la visión y en el tratamiento de las enfermedades oculares. Hace más de 20 años que asisto cada año a este congreso junto con mis colaboradores y estudiantes. Además de los miles de comunicaciones científicas que se presentan, una razón para no perdermelo son los contactos con las compañías que trabajan en estos temas. Varios de los proyectos y contratos de investigación de nuestro laboratorio han tenido su origen en alguna de estas reuniones. Para los científicos, la asistencia a los congresos es fundamental para mostrar nuestro trabajo, para aprender que hacen otros (o que no hacen), y si la investigación tiene aplicación, como es nuestro caso, para promocionar nuestros inventos y captar más recursos.

Si algún lector está pensando que un congreso en las playas de Florida es como una especie de vacaciones, nada más lejos de la realidad. Se trata de cinco días intensivos (incluyendo domingo), donde una de mis jornadas típicas comienza con una reunión a las 6:30 de la mañana y acaba con una cena en la que a la vez que se come se presentan resultados.

Otra actividad interesante son los paneles de asesores. En ellos las compañías invitan a un pequeño grupo de científicos para contarles sus planes y pedirles consejo y guía. Resultan muy informativos y permiten conocer datos de primera mano. Les daré alguno. Imaginen una compañía farmacéutica cuyo nombre la mayoría de ustedes no habrá oído nunca, aunque es más que probable que hayan usado alguno de sus productos para los ojos. Unas 2500 personas trabajan en sus programas de investigación y en el pasado año invirtieron en esas actividades más de 1000 millones de dólares. La frustración viene al comparar esas cifras con la financiación anual de toda la investigación en España, que resulta ser de no más de 500 millones (la mitad) para todos los planes nacionales, o el personal científico de la mayor institución española, el CSIC, que también en todas las áreas de la ciencia no supera los 3000.

Que una sola compañía, de la que ni reconocerían el nombre, invierta en la investigación de unos temas específicos más que un gran país (éramos el décimo, creo) en todas las ramas del saber es ciertamente preocupante. Porque en la ciencia y su impacto económico el tamaño sí que importa.

## ***¿Correr para ser más listos?***

Pablo Artal Soriano, 19 de mayo de 2012

Si usted se encuentra entre el numeroso grupo de personas que necesita muchas buenas razones para hacer ejercicio regular, está de enhorabuena. Ahora tiene una más que puede ser definitiva para cambiar su modo de vida. En varios experimentos recientes se ha encontrado que realizar ejercicio aeróbico, por ejemplo, correr nos puede hacer más listos.

Está bien demostrado científicamente que realizar ejercicio, en combinación con una dieta adecuada, es la mejor forma para mantenerse sano y vivir feliz más tiempo. Muchos estudios, tanto en modelos animales, como epidemiológicos, muestran los beneficios incuestionables para la salud del ejercicio realizado al menos durante 30 minutos diarios. Pero, aún más interesantes son las nuevas evidencias que sugieren un beneficio inesperado: mejorar nuestras capacidades cognitivas, es decir hacernos más listos. Algunos científicos han llegado a sugerir que el ejercicio físico puede hacer más por nuestro cerebro que los juegos de entrenamiento mental.

Se preguntarán cuales son los mecanismos que relacionan el ejercicio físico y la mejora mental. Mantener el cuerpo en movimiento requiere la activación de múltiples procesos neuronales, relacionados con el equilibrio, la visión, el control muscular, etc. Una mayor activación neuronal necesita más nutrientes. La forma en que las neuronas se nutren durante el ejercicio físico parece que puede explicar mejoras en los procesos mentales y de la memoria.

Un grupo de científicos de la Universidad de Tsukuba en Japón han realizado un experimento en ratas tras realizar ejercicio, notando que la presencia de los niveles de glucógeno en el cerebro aumentaba en un 60% en algunas zonas, como el hipocampo, lo que podría estar en relación con mejores capacidades cognitivas. En otro interesante experimento realizado en la Universidad de Illinois en Estados Unidos, se separaron varios grupos de ratones en varias estancias. En unas se les proporcionaba una vida agradable con comida apetitosa, cómodas camas y estímulos variados. En otras, se añadían unas ruedas donde los ratones podían ejercitarse y un tercer grupo no disfrutaba de ningún estímulo, pero tenía la rueda para hacer ejercicio. Tras un periodo en estos diversos entornos, los ratones se sometieron a pruebas cognitivas y finalmente se les examinaron sus tejidos neuronales. Adivinen lo único que importó para garantizar los mejores resultados en los exámenes: el ejercicio. Sólo los ratones que disponían de rueda y hacían ejercicio se volvieron más listos. Si estos resultados se pueden extrapolar a los humanos, ¿a qué espera para empezar a correr, o caminar, a diario?

## **Una “especie” en peligro de extinción: recolector de plantas**

Juan Guerra Montes, 26 de mayo de 2012

La mayor parte de los conocimientos sobre millares de plantas que viven en selvas tropicales, zonas alpinas, subdesérticas y otros muchos hábitats de difícil acceso se debe a las labores de recolección de no más de 500 personas a lo largo de la historia de la Botánica. Las dificultades de las campañas botánicas para recolección de especímenes, que después serán estudiados en los laboratorios, son tan numerosas como diversas. John Wood de la Universidad de Oxford, uno de los más prolíficos recolectores de plantas vivos, tuvo Dengue y malaria dos veces, y a lo largo de su vida ha llegado a recolectar más de 100.000 especímenes de plantas. Alwyn Gentry, del Jardín Botánico de Missouri, murió en Ecuador en un accidente, cuando aterrizaba en un descampado con un vetusto aeroplano cargado de muestras. Algunos de estos botánicos murieron “con las botas puestas”, el último fue Leonard Co acribillado por militares filipinos en un cruce de fuego con insurgentes en las selvas tropicales donde trabajaba.

Esta élite de científicos, tan prolíficos recolectando como publicando, se encuentra en vías de desaparición. Con ellos se va también parte de la memoria viva de la biología vegetal, su habilidad en el campo y su capacidad de trabajo. Tom Croad conservador del Jardín Botánico de Missouri ha llegado a recolectar especies en 37 países y cuentan que es capaz de recordar la mayor parte de las plantas que ha recolectado y donde lo ha hecho. En la actualidad, este tipo de profesional carece de tasa de reposición, con lo cual se dilatará enormemente el tiempo necesario para llegar a describir las más de 80.000 especies de plantas vasculares que se estiman desconocidas en Suramérica e Indonesia, por ejemplo. Es inestimable lo que queda por descubrir en la mitad meridional de África, Australia e islas del Pacífico, cuando incluso en zonas del sudeste de España aún se siguen describiendo especies desconocidas hasta hace unos meses.

Una de las causas más importante que provoca en las nuevas generaciones de botánicos un desapego importante a estos trabajos de recolección, es la oportunidad que supone la investigación en filogenia y evolución con base molecular. El ADN puede extraerse de plantas conservadas en los herbarios, ya que permanece estable por décadas en las plantas desecadas. La producción de este tipo de investigación científica es actualmente desahogada y masiva, pero casi nadie se plantea que se debe continuar recolectando y describiendo las especies desconocidas o en pocos años un cuello de botella acabará con este tipo de estudios.

## **Educación, investigación y futuro sostenible**

Francisco García Carmona, 2 de junio de 2012

El Grupo de alto nivel sobre sostenibilidad mundial, creado por el Secretario General de las Naciones Unidas en agosto de 2010, formado por 22 miembros y copresidido por el Presidente de Finlandia Tarja Halonen y el Presidente Sudafricano Jacob Zuma, ha entregado, hace poco más de dos meses, su informe bajo el título “Gente resiliente\* en un planeta resiliente: un futuro que vale la pena elegir”. En él se formula 56 recomendaciones para poner en práctica el desarrollo sostenible e integrarlo en la política económica. Entre otras cosas manifiesta: “La inversión en la educación y la formación ofrece un cauce directo para impulsar el programa de desarrollo sostenible.” “La formación técnica y profesional es esencial para el crecimiento y para el desarrollo de una capacidad humana que permita satisfacer las demandas del mercado laboral, incluso en sectores como la salud, la educación y el bienestar público, donde la falta de mano de obra cualificada puede impedir el desarrollo sostenible de un país.” Respecto a la ciencia el informe dice: “La innovación y la tecnología serán esenciales para lograr el desarrollo sostenible.” y añade “Dada la velocidad a la que se producen los cambios en el mundo de la ciencia, los encargados de adoptar decisiones a menudo no disponen de información sobre sus consecuencias para la elaboración de políticas. Hay una necesidad urgente de integrar mejor la ciencia en la elaboración de políticas sobre desarrollo sostenible a todos los niveles.” Y para conseguir una revolución verde duradera para el siglo XXI piden: “el aumento de las inversiones en investigación y desarrollo agrícola, a fin de garantizar que las investigaciones de vanguardia pasen rápidamente del laboratorio al terreno.” ya que afirman: “ Las nuevas biotecnologías verdes pueden contribuir en gran medida a lograr este objetivo al permitir que los agricultores adapten sus prácticas al cambio climático, mejoren la resistencia a las plagas, restauren la fertilidad del suelo y contribuyan a la diversificación de la economía rural.”

Así pues, el Grupo de alto nivel deja claro que educación, ciencia e innovación son pilares básicos para poder alcanzar “Un futuro que vale la pena elegir”. Las políticas de España parecen no ir en la misma dirección con recortes importantes en educación, innovación e investigación científica.

\*Resiliencia se define en el diccionario de la Real Academia como “Capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas.”

## **Terapia génica**

Francisco J. Murillo Araujo, 9 de junio de 2012

Muchas enfermedades hereditarias se deben al fallo de un solo gen y se denominan, por ello, “monogénicas”. Cada una afecta a pocos individuos de una población, y su gravedad es heterogénea, pero en conjunto generan una buena carga de sufrimiento y angustia para muchas personas. Siendo monogénicas, hace años que se consideraron buenas candidatas para ser atajadas mediante terapia génica. La idea es sencilla. Se trata de insertar una copia normal del gen afectado en el núcleo (donde se encuentra el DNA) de las células adecuadas del enfermo. Ya hace tiempo que era posible obtener tal copia normal e introducirla, al menos en ciertos tipos celulares, mediante virus modificados. Sin embargo, una grave dificultad era que, una vez dentro del núcleo, la copia “buena” se insertaba más o menos al azar en algún sitio del DNA, pudiendo interrumpir algún gen normal. Ello podría generar un fallo funcional distinto, que en casos concretos derivaron en la aparición de tumores, desvaneciendo las expectativas iniciales de esta terapia. La solución perfecta sería conseguir que el gen correcto sustituyera “limpiamente” al gen alterado. Hace tiempo que ello es posible en ratones, porque sus propias células poseen un mecanismo, denominado de “recombinación”, para cortar y empalmar moléculas de DNA suficientemente parecidas.

Era sabido que las células humanas cuentan con el mismo mecanismo de recombinación que los ratones, pero su actividad normal es muy baja. También era sabido que tal actividad se incrementa extraordinariamente sobre aquellos sitios del DNA que hayan sufrido una rotura. Ambos hechos llevaron a pensar que, si se consiguiera romper el DNA de las células enfermas justo en algún sitio del gen incorrecto, a la vez que añadimos el gen correcto, el mecanismo de recombinación actuaría sobre el sitio roto y, cortando y pegando, lo sustituiría por el gen correcto que tiene a mano. Una idea algo descabellada, sobre todo por el primer paso. El DNA equivale a un texto de tres mil millones de letras. ¿Como romperlo en un sitio concreto, allí donde aparece una frase única? No puedo entrar en detalles, por mor de la limitación de espacio que impone esta columna, pero, por imposible que parezca, desde hace dos años, en un brillante ejemplo de ingeniería de proteínas, se vienen desarrollando unas “tijeras moleculares” que cortan nuestro DNA sólo en el sitio deseado. Tales herramientas han vuelto a despertar las desvanecidas esperanzas en la terapia génica.

## ***¿Hacia una Europa del conocimiento?***

Carlos García Izquierdo, 16 de junio de 2012

Recuerdo que bajo la última Presidencia Española de la Unión Europea (primer semestre del año 2010), España programó un evento con matiz agrario desde el entonces Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, y bajo el auspicio de la Plataforma de Agricultura Sostenible. Se trataba de mostrar nuestra capacidad como país para avanzar desde el conocimiento hacia una agricultura de futuro, apoyada sin duda por la investigación que en esos momentos se hacía dentro del ámbito de las Ciencias Agrarias. Este evento exhibía un lema muy sugerente: AGRICULTURA EUROPEA Y EL CRECIMIENTO INTELIGENTE EN EL HORIZONTE DE LA ESTRATEGIA “EUROPA 2020”. Un servidor tuvo el privilegio de ser invitado a dar una Conferencia en dicho evento, teniendo así la oportunidad de poner de manifiesto la necesidad de valorar en su justa medida el trabajo que hacemos los investigadores: generar conocimiento para ponerlo en manos de una actividad como la agricultura, apoyando así uno de los pilares básicos de nuestro país; ese trabajo estaba dando sus frutos. Ya se hablaba y bastante de la crisis económica que nos azotaba, pero uno pensaba que, si se confiaba de manera tan clara en la necesidad de un crecimiento sostenible y de futuro, mantener e incrementar el conocimiento era básico, y para ello, no se deberían aplicar recortes a la investigación. Pero he de reconocer casi dos años después, que nada más lejos de la realidad. Pensar que la investigación sería reconocida como la alternativa para salir precisamente de una crisis tan aguda como la que hoy padecemos, es algo utópico, a pesar de ser recurrente en boca de nuestros políticos sean del color que sean; si de verdad lo piensan, no se recoge en sus acciones al no mantener una apuesta decidida por la investigación. La investigación de este país sigue perdiendo fuerza, asumiendo recortes económicos de importancia, y abocada a entrar en “recesión investigadora”. Pero ¿no debería España converger con Europa en su apuesta por el Conocimiento? Pues claramente sí. Hemos de saber que el coste de esta falta de apuesta por la investigación puede pasar factura a todos los niveles: nuestros jóvenes investigadores tendrán que emigrar, con el consiguiente deterioro de nuestro sistema; nuestras empresas tendrán difícil innovar, lo que dificultará su competitividad; y nuestro país no se apoyará en el conocimiento, padeciendo por tanto un crecimiento escasamente inteligente. ¿Es este el futuro que queremos?

## ***Benzodiazepinas: ¿un descubrimiento casual?***

Alberto Tárraga Tomás, 23 de junio de 2012

Si se hiciese una encuesta sobre el descubrimiento de la penicilina, un elevadísimo porcentaje de la población respondería de forma adecuada sobre este descubrimiento de Alexander Fleming, Premio Nobel de Medicina en 1945. Es más, con toda seguridad describirían la anécdota sobre “la casualidad” que lo rodeó y que abrió un apasionante camino hacia la determinación estructural de la penicilina G, y que permitió llevar a cabo modificaciones para hacerla más efectiva sobre determinados microorganismos.

Si la pregunta que se hiciese a continuación tuviese como protagonistas al Valium (Diazepam), Myolastan (Tetrazepam) u Orfidal (Lorazepam), la respuesta no iría mucho más allá de reconocer el efecto de relajante muscular o ansiolítico que manifiestan este tipo de fármacos. Sin embargo, solo un pequeño porcentaje de encuestados sería capaz de identificar este tipo de compuestos como pertenecientes a una familia general de derivados con una estructura básica común: las 1,4-benzodiazepinas, descubiertas, al igual que la penicilina, de forma “casual” por L. H. Sternbach, de los laboratorios La Roche.

Si curioso fue el descubrimiento de la penicilina, no lo es menos el de la familia de las benzodiazepinas. El Dr. Sternbach, involucrado en un proyecto orientado hacia la síntesis y estudio de la actividad biológica de una serie de compuestos orgánicos (3-óxidos de quinazolina) observó que, desafortunadamente, ninguno de los derivados sintetizados mostraba actividad. Sin embargo, durante una operación de limpieza del laboratorio, previo a iniciar otro proyecto de investigación, uno de los colaboradores llamó su atención sobre unos miligramos de un producto perfectamente cristalino, cuya actividad biológica no había sido estudiada. Antes de desecharlo, se decidió hacer ese estudio y, ¡sorpresa!, resultó ser el único de todos los productos sintetizados que mostraba propiedades tranquilizantes. Se abordó su determinación estructural y se comprobó que no se trataba, como se pensaba, de un 3-óxido de quinazolina sino de un 4-óxido de 1,4-benzodiazepina, generado durante una de las etapas de síntesis. Al compuesto se le denominó Librium y marcó el inicio del desarrollo de una amplia familia de 1,4-benzodiazepinas, medicamentos psicotrópicos que actúan sobre el sistema nervioso central.

Dos casos paralelos de descubrimientos con un denominador común: su aparente “casualidad”. Sin embargo, en investigación la casualidad no existe. Existen excelentes investigadores dispuestos a sobreponerse al desaliento y no cejar en el empeño hasta llegar a explicar todos los hechos experimentales observados. Ellos han sido, son y serán los verdaderos artífices del avance de la humanidad.

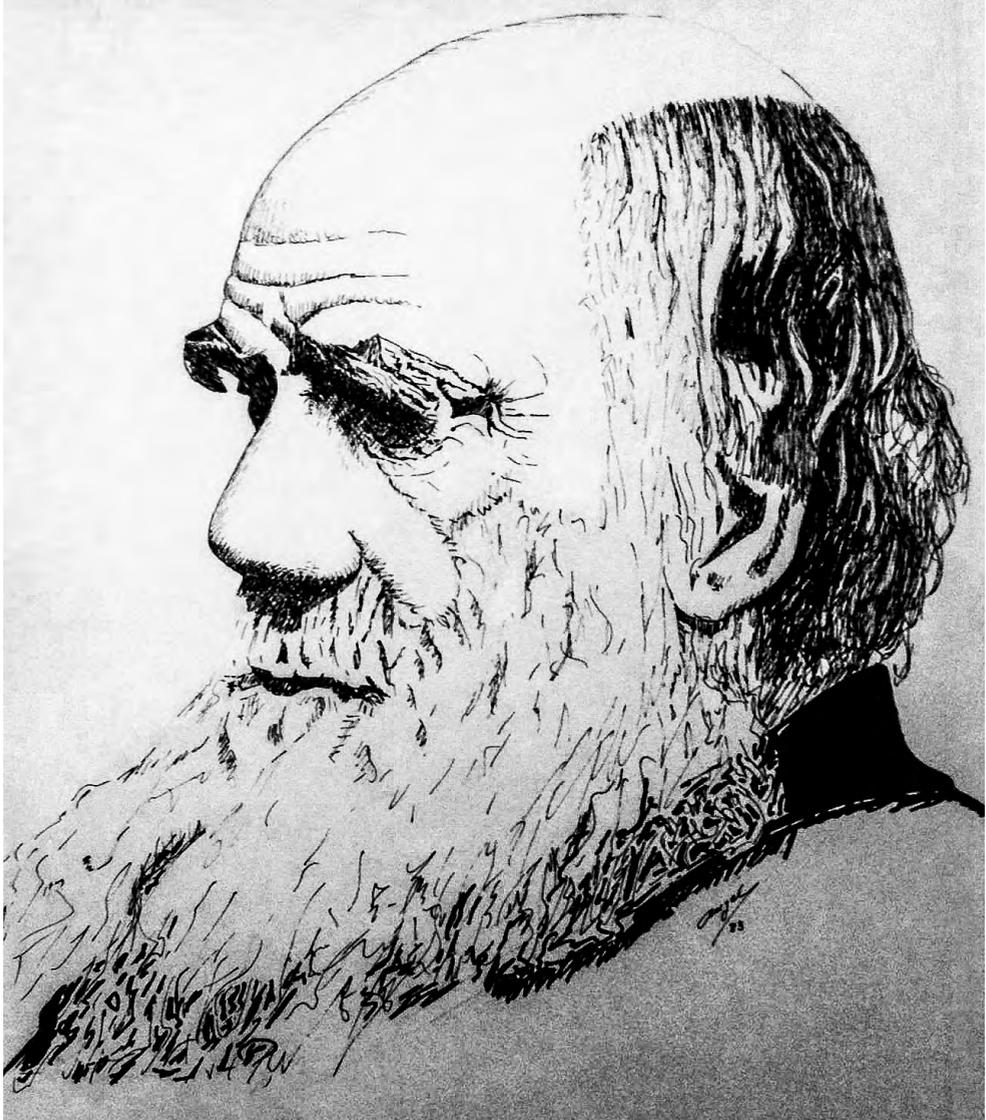
## ***Hacia el cero absoluto***

Alberto Requena Rodríguez, 30 de junio de 2012

La energía que encierra un sistema atómico se manifiesta, exclusivamente, a través de su energía cinética. No tiene, además, como las moléculas, ni estructura, ni posibilidad de almacenar energía en forma de rotación o vibración. Disminuyendo la energía cinética, se podría alcanzar el cero absoluto. No estaba resultando fácil, hasta que irrumpieron en la escena los láseres. Enfriando con láseres se pueden crear y estudiar los condensados de Bose, por ejemplo, que presentan unas propiedades excepcionales, como la superconductividad.

El enfriamiento con láser consiste en aprovechar el efecto que tiene sobre la posición y momento de un átomo, la interacción con un fotón (campo electromagnético). Cuando un átomo choca con la radiación y absorbe un fotón, adquiere un momento que es proporcional al momento del fotón. Después de absorberlo, ocurre la emisión espontánea del fotón. Pero este fotón emitido espontáneamente, tiene una dirección aleatoria. Así es, que si usamos un láser en que los fotones tienen un momento definido, los átomos ganan momento en la dirección del fotón incidente, y como consecuencia se calienta el gas debido a la emisión espontánea. Supongamos que aplicamos no uno, sino 6 láseres en direcciones opuestas a un gas que estuviera a 0 grados Kelvin. El gas se calentará por efecto de la radiación. Pero después de que se haya completado el ciclo absorción-emisión, la temperatura será  $T = 2 T_I$ , siendo  $T_I$  el límite de temperatura por retroceso de un fotón. Para átomos de sodio en resonancia con la primera transición esta temperatura es de 1 microkelvin.

Si el átomo se mueve hacia uno de los láseres, por el efecto Doppler, la frecuencia que observa el átomo es mayor, por lo que el láser debe tener una frecuencia menor para ser absorbido. De esta forma, el átomo solamente absorberá los fotones que llevan sentido contrario, y no de los que llevan su mismo sentido. Pero esta absorción frenará al átomo y producirá un enfriamiento. Conforme se va enfriando hay que seguir ajustando el láser, porque la anchura Doppler disminuye. Claro que, al mismo tiempo que se enfría por medio del láser, el sistema se calienta debido a la emisión espontánea. Este equilibrio es el que determina la temperatura mínima a alcanzar. Para átomos de sodio se ha alcanzado una temperatura de 200 microkelvin, muy cerca ya del cero absoluto.



Charles Robert Darwin  
(Shrewsbury, UK, 12 de febrero de 1809 - Downe, UK, 19 de abril de 1882).

## **Crear o no creer**

Mariano Gacto Fernández, 7 de julio de 2012

Han pasado más de 150 años desde la publicación de “El Origen de las especies”, donde Darwin sintetizó por primera vez de forma coherente y convincente el concepto de evolución y de selección natural. Desde entonces, la biología molecular ha aportado numerosas pruebas y apoyos inequívocos a la teoría evolutiva, hasta el punto de constituir un hecho científicamente comprobado más que una mera teoría inicial. Sin embargo, algunos círculos fundamentalistas no admiten por completo su significado y plantean la cuestión como un asunto religioso más que científico, manifestando su incredulidad por las implicaciones que se derivan a nivel humano y biológico.

La evolución unifica actualmente todos los aspectos de la biología moderna, y sus evidencias introducen perspectivas históricas en el estudio de los sistemas vivos que permiten interpretar cuestiones tan complejas como la diversidad y el origen de la vida misma. Negar su existencia equivale a decir que no se cree, por ejemplo, en los átomos o en la fuerza de la gravedad. El hecho de que la Biblia no incorpore principios evolucionistas no demuestra su inexistencia, porque en su contexto tampoco justifica la naturaleza de los electrones que, sin embargo, existen. Los escritos religiosos atienden a la esfera espiritual de la personalidad humana y no son en cambio textos científicos. Como ejemplo, en Génesis 1,11-20, la Biblia describe una curiosa creación del mundo haciendo “brotar hierba verde, hierba con semilla y árboles frutales cada uno con su fruto” antes de aparecer “en los cielos los dos grandes luminares para presidir el día y la noche”. Esto parece por completo inverosímil, pues supondría que el creador de las leyes de la naturaleza diseñó el funcionamiento de la fotosíntesis vegetal en ausencia del sol como fuente de energía.

En realidad, no es necesario creer en la evolución, como tampoco en los agujeros negros o en las radiaciones electromagnéticas. Para hechos comprobados debe aplicarse el conocimiento en vez de la creencia. Los asuntos de fe se refieren exclusivamente a temas de religión sobre verdades reveladas que la razón no alcanza a comprender. Sin embargo, la idea de un dios creador de un principio evolutivo, dinámico y continuado, no es incompatible con conceptos religiosos. De hecho, esa noción resulta más impresionante y atractiva que la consideración contraria. El mismo Juan Pablo II escribió que “los nuevos conocimientos conducen a reconocer en la teoría de la evolución algo más que una hipótesis”.

## ***Miopes en la oscuridad***

Pablo Artal Soriano, 14 de julio de 2012

Nuestro sistema visual nos permite ver bien en un rango muy amplio de iluminación, tanto a pleno sol como en la penumbra. En similares condiciones, la más moderna de las cámaras, bien se saturaría con mucha luz ambiente o se quedaría “ciega” en la penumbra. Pero lo cierto es que todos notamos que en la oscuridad la calidad de nuestra visión empeora. Esto se debe a varios factores, incluyendo el conocido como “miopía nocturna”, que consiste en que una persona que no precisa gafas durante el día se convierte en ligeramente miope en la oscuridad, de forma que su visión se emborrona al no estar bien enfocados los objetos en la retina. La importancia de este fenómeno reside en las múltiples actividades que se realizan con baja iluminación, desde la astronomía a la vigilancia, pasando por la conducción nocturna.

La miopía nocturna ha interesado a los científicos desde finales del siglo XVIII. Lord Rayleigh la describió para sí mismo: “He encontrado que en una habitación casi a oscuras, soy claramente miope y en una noche sin luna las estrellas me resultan más evidentes con la ayuda de gafas de miope”. Durante la Segunda Guerra Mundial se multiplicaron las investigaciones para comprender mejor el fenómeno, que fue redescubierto, y bautizado con el nombre de miopía nocturna, por dos científicos españoles, José María Otero y Armando Durán en 1941. Pero durante más de un siglo se ha prolongado el debate sobre sus causas, ya que los diferentes experimentos proporcionaron a menudo resultados contradictorios y todavía hoy en día persistían las dudas sobre lo que producía la miopía nocturna.

Para desentrañar este misterio, en nuestro laboratorio desarrollamos un dispositivo experimental para medir la miopía que se induce en el ojo en condiciones de oscuridad utilizando luz infrarroja totalmente invisible. Los resultados han demostrado que la magnitud de la miopía nocturna es probablemente menor de lo que se pensaba y que sólo tiene efectos importantes para condiciones de muy baja iluminación. Por ejemplo, la cantidad de luz que existe durante la conducción nocturna ya suele ser lo bastante elevada como para que el efecto sea muy pequeño y probablemente despreciable a efectos prácticos. Los experimentos también han demostrado que el fenómeno se produce por un mecanismo de sobre-acomodación del cristalino del ojo en la oscuridad, como si se mirara a objetos cercanos.

Finalmente, el uso de los instrumentos opto-electrónicos más novedosos nos ha permitido aclarar uno de los enigmas más longevos de la fisiología visual.

## **Bosón, Ciencia y Dios**

Vicente Vicente García, 21 de julio de 2012

Hace dos semanas surgía la noticia del posible hallazgo del bosón de Higgs, partícula elemental que podría ayudar a explicar el origen de la masa (materia). En diferentes medios se refirieron al bosón como “la partícula de Dios”. En una entrevista realizada a Rolf-Dieter Heuer, director del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), prudentemente decía que “El bosón de Higgs no tiene nada que ver con Dios”. Esa frase me llamó la atención, y me hizo recordar de forma inmediata el libro “¿Cómo habla Dios? Evidencia científica de la fe”, cuyo autor es F. S. Collins, eminente científico norteamericano, considerado uno de los padres del genoma humano.

En ese libro Collins, que se declara un sólido creyente, señala con decisión que el análisis del progreso científico a la luz de la razón, es el argumento más sólido para justificar el tránsito del ateísmo a la fe. Este planteamiento choca frontalmente con la idea extendida hace años que esgrime la ciencia como la prueba más fehaciente de la no existencia de Dios. La postura de Collins defiende una armonía equilibrada y complementaria entre ciencia, razón y fe.

En EEUU durante años se estableció un profundo debate filosófico entre los seguidores de las corrientes del “Creacionismo”, donde la fe le gana a la ciencia y los seguidores del “Diseño Inteligente”, donde la ciencia necesita de la ayuda divina. Collins tras realizar un pausado, crítico y reflexivo análisis de esas corrientes, defiende su pensamiento, el BioLogos (ciencia y fe en armonía), pensamiento nacido hace unas décadas de la “Evolución Teísta”. Ese pensamiento, para Collins “es la posición dominante de biólogos serios que también son creyentes serios”. Incluye en esta corriente a personajes como A. Gray, el principal defensor de Darwin en EEUU, a T. Dobzhansky, arquitecto del pensamiento evolutivo del siglo XX, y el papa Juan Pablo II. El BioLogos, plantea de una forma sencilla cómo la ciencia es una herramienta que tenemos los hombres para desvelar “las reglas del juego” que rigen la naturaleza, apoyada ésta en un lento pero continuo proceso evolucionista. Establece Collins con rotundidad que BioLogos “es la alternativa más consistente en lo científico y más satisfactoria en lo espiritual, donde el Dios de la Biblia es también el Dios del genoma, pudiéndole adorar en la catedral o en el laboratorio”.

Es indudable que el desarrollo de la ciencia enriquece al hombre y curiosamente lo que para unos es un obstáculo de la evidencia de Dios, para otros es un hecho que lo confirma.

## **Encuentros de estudiantes de matemáticas**

José Orihuela Calatayud, 28 de julio de 2012

“Si conocen mi trabajo, no necesitan mi CV. Si necesitan mi CV, no conocen mi trabajo.” Con esta lucidez describe Grisha Perelman la profundidad de su trabajo en matemáticas, la resolución de la conjetura de Poincaré. Yuri Burago hablando sobre Perelman a los 16 años nos decía: “Muchos buenos estudiantes hablan antes de pensar. Grisha era distinto. Pensaba profundamente. Sus respuestas siempre eran correctas. Siempre las comprobaba cuidadosamente. No era rápido. La velocidad no significa nada. Lo importante en matemáticas no es la velocidad, es la profundidad.”

Es la profundidad la que sirve a Google para seleccionar a los jóvenes científicos entre los más brillantes del futuro. En la segunda edición de su Feria de las Ciencias, un concurso on-line que busca las mentes más inquietas repartidas por todos los rincones del planeta, Google premia la curiosidad y la investigación científica para jóvenes entre 13 y 18 años de edad, y como “los genios no siempre son los mejores estudiantes, aceptamos a todos los inconformistas, inadaptados y curiosos”, señala la compañía a través de un comunicado.

Nuestros jóvenes merecen toda nuestra atención, es nuestra obligación diseñar estrategias para que hereden un entorno algo mejor del que nosotros hayamos disfrutado. La crisis económica no puede convertir en utopía el poder alcanzar este objetivo. Las matemáticas están presentes en gran parte de la evolución de nuestro entorno, mimemos a quienes se deciden por la aventura de los números, ellos nos aportan orden, abstracción, resolución de problemas complejos, modelos, simulación de procedimientos, optimización de recursos, el lenguaje adecuado y sobre todo profundo criterio.

En el año 2000, con motivo del Año Mundial de las Matemáticas, un grupo de alumnos universitarios de Matemáticas, ante la situación de dispersión y la evolución de las comunicaciones, decidieron reunirse en la Universidad de Granada con representantes de toda España. Así nació el Encuentro Nacional de Estudiantes de Matemáticas (ENEM). Su objetivo, nos dicen, era el de consolidar ideas comunes, crear una red de enlaces entre los estudiantes de estas titulaciones, crear un foro de debate para dar cabida a los temas que les afectasen comúnmente y poner en marcha ideas y soluciones. Del 23 al 29 de Julio el 13 ENEM reúne en Murcia más de doscientos estudiantes de toda España. El video promocional que puede encontrarse en <http://www.um.es/13enem/13-enem/> es tan solo un ejemplo de lo que una nueva sabia nos puede aportar. Profundidad y sencillez no están reñidas, andan de la mano de estos estudiantes.

## ***Investiga como puedas, pero investiga***

Ángel Ferrández Izquierdo, 1 de septiembre de 2012

Prima de riesgo estratosférica, rescate bancario, recortes por doquier, acoso de los mercados, re-equilibrio presupuestario y toda una jerga economicista que machaca nuestra mente día tras día y que, queramos o no, está provocando una honda preocupación ciudadana rayana en la angustia. La colosal cifra de cien mil millones de euros, se dice que, para reflotar la banca, nos da una idea, por lo inimaginable de la misma, de la proximidad a un país delirante.

Si a todo eso le sumamos el gigantesco paro que atenaza a una sociedad desanimada y un goteo continuo de corrupción política, me pregunto quién tiene ganas en esta tierra de trabajar con una cierta alegría capaz de contagiar a sus congéneres. Pues, además, los que todavía queremos mantener ese espíritu lo estamos haciendo, víctimas de las medidas de ahorro, en muy penosas circunstancias.

Y, mientras tanto, nos conformamos con pequeñas satisfacciones etéreas, como la traza del posible bosón de Higgs, que quizás explique el origen de la materia. La Ciencia, afortunadamente, no se detiene y consigue depararnos esa esperanza en el futuro que se nos niega desde otros ámbitos. Son muchos los científicos patrios que han participado en el hallazgo y que siguen ahí, en primera línea, codeándose con los mejores. Pero ¿hasta cuándo? Porque la Ciencia no vive de la caridad, aunque al ritmo actual no nos quedará más remedio que crear una ONG, SOS Ciencia, para recaudar un mínimo de fondos para la investigación.

De aquella cifra ciclópea de cien mil millones ¿se podría distraer un poquito? ¿Tanto afectaría a la recuperación bancaria restarle un 1% para que España se siguiera manteniendo en ese pomposo ranking del top ten? Seguro que estoy soñando, pero ¿y si cuela? Sé que no están las cosas para bromas, pero quizás un poco de distensión no vendría mal tras la penosa racha que venimos padeciendo los investigadores españoles y a la que no vemos un futuro despejado.

Me quedo con la luz, contagiosa, de los ojos de los jóvenes que acaban de empezar, hablando abiertamente de su situación actual y del futuro que les espera, seguro que allende nuestras fronteras, pero siempre la conclusión es la misma: a pesar de todo, seguiremos adelante, pues investigar merece la pena y España necesita de las mentes más brillantes para mantener la cantera y estar en vanguardia.

## Talento

Pablo Artal Soriano, 8 de septiembre de 2012

En estos últimos tiempos nos estamos acostumbrando a oír algunas expresiones con las que se nos pretende explicar la situación en la que estamos metidos. Les digo algunas que me vienen a la cabeza: alta prima de riego, falta de competitividad, impresionante deuda pública y privada, necesidad de un cambio de modelo, etc.

Y en la lista de posibles acciones para mejorar la situación, otra coletilla que se repite en muchos foros influyentes como un mantra: “necesitamos atraer talento”. Según el diccionario de la Real Academia, además de ser una moneda de cuenta para griegos y romanos, talento es inteligencia y aptitud. También nos referimos como “talento” a una persona inteligente o apta para una determinada ocupación.

Cualquier organización tendrá mayores posibilidades de éxito si cuenta con la mayor cantidad posible de este tipo de personas (talentos). Y esto vale para un país completo. Así que, efectivamente, si podemos atraer a los mejores en diversas especialidades aseguraremos el progreso. Pero, atraer a los mejores de fuera resulta difícil y normalmente caro. Creo que es muy fácil de entender con el ejemplo del fútbol. Fichar a los mejores talentos futbolísticos es posible, pero requiere grandes sumas de dinero. Más efectivo, aunque más lento, suele ser el preparar el talento en la cantera. Tengan en cuenta que una parte del talento se tiene de manera innata, pero otra se adquiere y pule con una formación y un entorno adecuado.

En otras actividades de la vida, quizás menos vistosas que el fútbol, pero sin duda con más enjundia e importancia para todos, por ejemplo la ciencia, también ocurre algo parecido. Los países más competitivos (es decir más ricos) pueden atraer a muchos de los mejores científicos a sus laboratorios. Muchos de estos se han formado en las canteras científicas de otros países. En el caso de España, cualquier estrategia de futuro debería jugar con dos objetivos. Promover y mimar nuestra cantera de jóvenes científicos e intentar atraer a los mejores y más aptos, tanto nuestros como de fuera.

Ambas cosas, claro, cuestan dinero, pero se trata de una inversión de futuro. Como dijo un antiguo rector de la Universidad de Harvard: “si creen que la educación es cara, ya verán lo que les cuesta la ignorancia”. Y por supuesto, este panorama se puede aplicar al personal de cualquier actividad económica. Me parece que el verdadero riesgo que corremos como país no es tanto el del rescate financiero como que todo nuestro talento prefiera jugar en las ligas de la vida extranjeras.

## ***El bosón de Higgs***

Miguel Ortuño Ortín, 15 de septiembre de 2012

El reciente descubrimiento del bosón de Higgs ha recibido una merecida atención en los medios de comunicación. Desgraciadamente, resulta complicado entender y apreciar cuál es la lógica que hay detrás de la postulación de su existencia. Las teorías físicas involucradas entrañan tal complejidad que es muy difícil poder responder a esta y a otras cuestiones similares sin un bagaje técnico enorme.

En la física moderna, las partículas interactúan unas con otras mediante el intercambio de otras partículas, denominadas portadoras. Cada tipo de fuerza posee unas partículas portadoras características. Por ejemplo, la fuerza electromagnética, responsable de la química y de los fenómenos biológicos, se ejerce a través de los fotones, que son las partículas que forman la luz. Cuanto mayor es la masa de una partícula portadora, menor es el alcance de su fuerza. El fotón no posee masa y, en consecuencia, la fuerza electromagnética es de largo alcance.

La denominada fuerza nuclear débil actúa entre los componentes del núcleo atómico y sus efectos no se extienden más allá de las distancias nucleares, tremendamente pequeñas. El rango espacial de esta fuerza es tan pequeño debido a que sus tres partículas portadoras son bastante masivas. En los años sesenta se descubrió que la fuerza electromagnética y la nuclear débil son manifestaciones diferentes de una nueva fuerza que engloba a ambas. En las ecuaciones de carácter relativista que nos describen conjuntamente a ambas fuerzas, el fotón y las tres partículas portadoras de la fuerza nuclear son componentes de un único objeto (igual como ocurre con la energía y las tres componentes del espacio) y a altas energías deberían tener propiedades similares. El bosón de Higgs entra en escena para explicar cómo partículas que a altas energías son similares y sin masa, pueden diferenciarse a bajas energías y adquirir en algunos casos masa. El físico David Miller estableció una curiosa analogía entre el bosón de Higgs y los políticos: en un salón lleno de políticos una persona desconocida puede moverse sin problemas, mientras que el primer ministro solo se puede mover lentamente pues es frenado por los continuos requerimientos de los políticos. La presencia de los bosones de Higgs hace que partículas similares se comporten de forma muy diferente. La existencia del bosón de Higgs ha afianzado el denominado modelo Estándar de la física de partículas y ha desechado otras teorías que se habían ido formulando en las últimas décadas.

## ***Un mundo ingrávido***

Ángel Ferrández Izquierdo, 22 de septiembre de 2012

Es tan recomendable, como saludable, aprovechar cualquier oportunidad para dirigir nuestra innata curiosidad hacia el ámbito científico. Suelen ser los detalles más sencillos, esos que cada día nos pasan inadvertidos, los que pueden llevarnos a las preguntas más profundas. Hechos tan simples, y rutinarios, como pedir un zumo de naranja o rociar con aceite nuestra tostada podrían poner a prueba nuestro intelecto siquiera pensando en un aparente absurdo, es decir, ¿podrían el zumo y el aceite “caer hacia arriba”?

Intentando comprender el mundo que nos ha tocado vivir, y con la pertinente simplificación, observamos que la materia es la parte esencial del universo y las leyes que lo rigen están precisamente basadas en la existencia de partículas y en las fuerzas entre ellas. A saber, gravedad, electromagnetismo, fuerte y débil. La primera, la más endeble, es la que ahora nos ocupa.

Esta fuerza ha modelado nuestro mundo, definido nuestra forma de vivir e incluso todos los procesos de la vida misma. La gravedad está detrás de fenómenos tan básicos como la sedimentación, la presión hidrostática, el movimiento de la sangre y cómo respiramos y nos movemos. Actuando sobre los sensores corporales, determina nuestra postura y orientación. En definitiva, somos criaturas del campo gravitatorio terrestre y del sentido de peso que proporciona a la masa de nuestro cuerpo.

¿Podríamos imaginar un mundo ingrávido? Seguramente habremos visto algún documental de una cápsula espacial en cuyo interior unos sonrientes astronautas flotan incontroladamente intentando atrapar unas golosinas que también se mueven sin control.

La gravedad es una fuerza atractiva, existe desde el nacimiento de nuestro universo y actúa de la misma manera en cualquier lugar y sobre todo tipo de objetos cuyo tamaño sea mayor que el de un átomo. No es fácil explicar cómo actúa esta fuerza ni por qué existe, pero una manera de entenderla consistiría en imaginar que el terreno de juego donde se practica el fútbol es una cama elástica. Supongamos que el defensa lateral izquierdo del equipo X es un tipo enorme de 200 kilos y que el portero del equipo Y coloca el balón en su punto de penalti y pretende, en un alarde de puntería y a ras del campo, dirigirlo en línea recta al punto de penalti del equipo X. ¡Qué iluso! pues el descomunal defensor ha producido tal hundimiento en su entorno que la trayectoria del balón se verá afectada y nunca alcanzará el punto soñado.

## **Casualidad y causalidad**

Pablo Artal Soriano, 29 de septiembre de 2012

En la ciencia, y en la vida en general, los éxitos normalmente no se deben a la casualidad, sino que son fruto de la causalidad tras el ingenio, el tesón y el trabajo continuados. Como me parece que a menudo mucha gente confunde estas dos palabras, me permito insistirles aquí en ambos conceptos.

Según el diccionario de la Real Academia Española, casualidad es la “combinación de circunstancias que no se pueden prever ni evitar”, y causalidad la “ley en virtud de la cual se producen efectos”. Así, cuando se dice de alguien la suerte que ha tenido al conseguir tal o cual premio, o reconocimiento, por ejemplo el Nobel, en realidad las razones están más cerca de una causalidad tras probablemente una vida de esfuerzo, que a la casualidad de que se encontrara paseando por una calle de Estocolmo justo en el momento apropiado cuando los miembros del comité Nobel necesitaban un premiado para ese año.

Pero son también los propios científicos los que olvidan a veces la diferencia entre estas dos palabras. Es muy habitual encontrar artículos científicos en los que los autores, respetados científicos, han realizado un buen número de mediciones de una manera competente. Tras jugar alegremente con los datos encuentran una cierta correlación entre dos medidas y formulan una tan interesante como forzada hipótesis de causalidad. Lamentablemente en muchos casos esto sólo era debido a una mera casualidad buscada a propósito con una eficiente ingeniería de datos, pero sin poder sostenerse tras una evaluación rigurosa.

De igual manera que a los individuos, estos conceptos se aplican también a sociedades o países. Lo que hemos mejorado en las últimas décadas se debe a un esfuerzo colectivo, quizás no suficiente, pero muy meritorio de muchísimas personas. Y también la situación en las que nos encontramos en España ahora se ha producido por nefastos comportamientos anteriores, no por una serie de casualidades. Todos deberíamos asumir que para asegurar nuestro futuro no podemos depender de la casualidad, sino que tenemos que crear las condiciones para que se produzcan los efectos deseados. Me temo que la única receta conocida es garantizar la convivencia, cuidar a nuestros jóvenes con una educación de primera y promover un entorno científico y tecnológico fértil.

Aunque la vida es tan compleja como para que casualidad y causalidad puedan aparecer de la mano en muchas ocasiones, les sugiero que se agarren a las seguridades de la causalidad y no se dejen cautivar demasiado por los cantos de sirena de la alegre casualidad.

## ***Terapia celular contra la calvicie***

Cecilio J. Vidal Moreno, 6 de octubre de 2012

Ciertas situaciones clínicas, conocidas como alopecias, y las quemaduras en la piel producen pérdida de pelo y distintos grados de calvicie. Sus efectos ocasionan graves trastornos psicológicos. En los últimos años, se han hecho importantes progresos para resolver el problema de la pérdida de pelo, que afecta a gran parte de la población. Se considera que el folículo del pelo es un mini-órgano totalmente distinto de los demás tejidos, y que se caracteriza por sufrir ciclos sucesivos. En cada ciclo, se pierde toda la maquinaria de crecimiento del pelo, que luego se reconstituye a partir de células madre específicas. Se admite que, aparte de producir pelo, el folículo interviene en la regeneración de la piel y en la cicatrización de las heridas. A pesar de la extraordinaria capacidad regenerativa del folículo, en ocasiones, la degeneración en las personas adultas es tan intensa que pierden la facultad de reposición. En estos casos, la escasez de folículos en el cuero cabelludo hace impracticable el autotrasplante. Además, la naturaleza y calidad de los folículos en otras partes del cuerpo son distintas de las de los folículos del cuero cabelludo.

Para combatir la calvicie, se puede recurrir al trasplante de células madre del folículo capilar humano (HFSCs) del propio paciente. Estas células reúnen una serie de ventajas en comparación con las células madre embrionarias. Por ejemplo, hasta hoy, no se han dado casos de cáncer tras el uso de HFSCs; tampoco producen reacciones inmunológicas adversas, pues proceden y vuelven a la misma persona; en el cuerpo humano, se sitúan en sitios de fácil acceso. Aunque el número de HFSCs es pequeño en personas con alopecia, hoy día, estas células se pueden cultivar y multiplicar en el laboratorio, conservando su capacidad regenerativa y sin cambios en el fenotipo. Pasado un tiempo, y tras los controles pertinentes, las células se reincorporan al donante.

En julio de este año, un grupo de investigadores japoneses ha descubierto que la vitamina D3 mejora y prolonga la capacidad de las HFSCs para producir pelo. Según estos autores, la adición de vitamina D3 a las células en cultivo acelera la maduración del folículo, de modo que el pelo es más grueso, resistente y duradero. Los nuevos hallazgos abren perspectivas muy prometedoras para combatir la alopecia mediante terapia celular.

## ***Excelencia Universitaria en España (o su no existencia)***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 13 de octubre de 2012

Escribía hace unos meses, en este mismo espacio, sobre la falta de excelencia universitaria en España. A nivel internacional la clasificación de Shanghai ordena las universidades de todo el mundo según su excelencia académica. Pues bien, esta clasificación (<http://www.shanghairanking.com/ARWU2012.html>) se elabora en base a indicadores tales como los Premios Nobel o Medallas Fields conseguidos por cada Universidad (profesores actuales o antiguos alumnos), investigadores muy citados, artículos publicados en Nature o Science o artículos recogidos en los principales índices bibliográficos. Algunos tertulianos y políticos se permiten decir que la Universidad Española no tiene categoría y que por ello hay que castigarla recortándole aún más la financiación y recargándola de docencia. De acuerdo a la clasificación de Shanghai es cierta esa falta de categoría, pues no hay ninguna entre las primeras 200 del mundo. Pero la culpa por no tener este nivel de excelencia, no es seguramente exclusiva de los profesores universitarios, sino que habrán de compartirla los gobernantes que han instaurado en las universidades unos gobiernos asamblearios que no responden de su gestión ante quienes la financian, los contribuyentes. Y a tener especialmente en cuenta es la escasa financiación dedicada a la investigación, sometida a constantes recortes. Es difícil creer que, en las actuales circunstancias, las universidades españolas puedan atraer a Premios Nobel o puedan producirlos para aumentar así su categoría en las clasificaciones. Hay en estas tierras quien piensa, no obstante, que las universidades se deben dedicar muy principalmente a la docencia y el procedimiento a emplear para valorar la calidad de una Universidad debe ser principalmente la tasa de aprobados de los alumnos y si para ello no sufren demasiado, según su testimonio manifestado mediante encuestas. Late aquí una confusión sobre lo que se debe ofrecer a los alumnos en una universidad, que no creo que deba ser sólo un sitio donde le pongan fácil el aprobado y le proporcionen mascaradas unas píldoras de conocimiento, sino un lugar donde haya grandes investigadores capaces de transmitir enfoques y perspectivas diferentes e innovadoras. Si lo que se quiere es que la Universidad sea para excelentes alumnos (como lo son Harvard o Stanford) lo que se buscará será profesores a la vanguardia del conocimiento, aunque sean exigentes y hagan que el alumno se esfuerce. Si por el contrario de lo que se trata es de aprobar a grandes masas donde abundan los poco dotados o poco motivados, se precisarán profesores particulares; y Shanghai seguirá clasificándonos en consecuencia.

## **Campbell, Willmut, Megan, Morag, Dolly y la oportunidad de la información científica**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 20 de octubre de 2012

Recibíamos hace unos días a través de un comunicado de la Universidad de Nottingham la triste noticia del prematuro fallecimiento del Prof. Keith Campbell, uno de los científicos que junto al Prof. Ian Wilmut formó parte del equipo de investigadores que en 1997 anunciaban en el Roslin Institute de Edimburgo uno de los hechos más mediáticos que han ocurrido en ciencia en los últimos años: el nacimiento de la oveja Dolly. Son muchos los expertos que afirman que fue Campbell su verdadero artífice, a pesar de que permaneció en segunda línea informativa desde el inicio, especialmente si se compara con Wilmut.

Durante su estancia en la Universidad de Murcia en 2005, el Prof. Campbell restaba importancia al nacimiento de la oveja Dolly frente al nacimiento de las ovejas Megan y Morag, un año antes, trabajo también publicado por la revista "Nature". En esta publicación, y aunque con células fetales, consiguieron los primeros nacimientos mediante transferencia nuclear de células diferenciadas cultivadas in vitro. Y sin embargo, estos nacimientos no tuvieron repercusión mediática alguna a pesar de desarrollar la metodología que permitió posteriormente el nacimiento de Dolly, una oveja que ocupó la portada de numerosas publicaciones científicas y no científicas.

Y para Campbell, el principal motivo que explicaba que Dolly hubiera usurpado el lugar que debería haber tenido Megan y Morag se debía, exclusivamente, a la oportunidad de la información científica en el contexto informativo global. No se habían dado las circunstancias que permitían la apropiada repercusión informativa de los resultados obtenidos. Junto a la publicación en "Nature" de los nacimientos de Megan y Morag ocurría uno de los acontecimientos más trágicos de la historia reciente de Escocia, la masacre de Dunblane que finalizó con la muerte de dieciséis niños y un adulto en una Escuela de Primaria. Las lógicas portadas silenciaron la nota de prensa que simultáneamente se enviaba desde el también escocés Instituto Roslin. Y los resultados quedaron circunscritos al ámbito estrictamente científico.

Por eso, cuando es tiempo de felicitar al británico Gurdon y el japonés Yamanaka por el Premio Nobel de Medicina 2012 por sus investigaciones en el campo de reprogramación de células adultas, también es tiempo de recordar y reconocer a Keith Campbell y a Megan y Morag, ya que fueron capaces de atravesar la frontera del conocimiento de un modo incontestable, a pesar de su escasa repercusión mediática.

## ***L'art c'est moi, la science c'est nous***

Ángel Ferrández Izquierdo, 27 de octubre de 2012

Hay muchos hechos que se perpetúan en la memoria colectiva. El pasado 4 de julio la dirección del CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), con su buque insignia el LHC (acelerador de partículas) y más de 6.000 científicos en la retaguardia, nos anunciaba las primeras huellas del escurridizo bosón de Higgs. ¿Podemos dar algún nombre, siquiera español, de entre todos aquellos que pusieron todo su saber en el progreso de la Ciencia? ¿Hasta dónde somos capaces de valorar el alcance de la noticia?

El 6 de agosto, el vehículo de exploración "Curiosity" se posaba suavemente sobre la superficie de Marte y todas las cadenas de TV del mundo nos regalaban aquellas imágenes seguidas del enorme alborozo de centenares de técnicos y científicos, delante de sus respectivas pantallas de ordenador, aplaudiendo la proeza y felicitándose por el éxito. Supongo que tampoco será fácil dar alguno de aquellos nombres, a pesar de que entre ellos hay muchos españoles.

El pasado 25 de agosto, la muerte de Neil Armstrong nos recordó la llegada del hombre a la Luna, un éxito rotundo de la Ciencia y la Tecnología de la época, una hazaña que hasta entonces pertenecía al mundo de la ficción. Miles de científicos y tecnólogos, la mayoría de ellos anónimos, habían sido capaces de hacer realidad un sueño.

Todavía más reciente, el 5 de septiembre, de nuevo la Ciencia pone optimismo en nuestras vidas. Los espectaculares resultados del Proyecto "Encode" destierran el concepto de ADN basura, la parte que se crecía inservible y que parece contener elementos activos muy importantes, entre ellos una especie de interruptores que intervienen en la regulación de los genes. Ahora se buscará su relevancia patológica, como paso previo a las medicinas preventiva y curativa.

De entre los muchos que podríamos elegir, basten estas cuatro muestras, por recientes, de trascendentales logros científicos conseguidos a través de la colaboración, del trabajo en equipo, como principal motor del progreso. Salvo raras y celebradas excepciones, la generación de conocimiento por un solo individuo es una tarea sumamente difícil. Ya lo pronosticaba en 1850 el eminente fisiólogo Claude Bernard: "*L'art c'est moi, la science c'est nous*".

Cuatro ejemplos, tan recientes como excelentes, para apreciar una práctica tantas veces oculta o desconocida: la cooperación científica como catapulta para la creación de conocimiento. Y aún más, la solidaridad y generosidad del científico, que sitúa su diana en la mejora de las condiciones de vida de sus conciudadanos.

## ***Lo imposible***

Pablo Artal Soriano, 3 de noviembre de 2012

Debo reconocerles que cuando alguien me hace referencia a algún imposible, me despierta mis instintos juveniles de rebeldía y pienso para mi mismo en cómo podría hacerse realidad. El uso del término “imposible” en el ámbito cotidiano es tan común como ciertamente poco preciso. En muchas situaciones cuando se menciona que algo es imposible que ocurra, por ejemplo, que quiebre un banco supuestamente sólido, suele ser una indicación de que tal cosa pronto ocurrirá. Por otro lado, y sobre todo conforme vamos madurando, nos damos cuenta de que en los asuntos de la vida no existe la certidumbre completa en casi nada. Múltiples cosas que son normales hoy, eran algo imposible hace algún tiempo. Una de las características más emocionantes de la ciencia y la tecnología es su capacidad de hacer posible lo que parecía imposible. Sin remontarnos a siglos atrás, piensen en cuantos pequeños detalles de los que hoy disfrutamos eran imposibles cuando éramos niños.

Pero me resulta aún más divertido hacer el ejercicio mental a la inversa y pensar que puede ocurrir dentro de 20, 50 o 500 años con lo que hoy nos resulta imposible. ¿Será posible repararnos y regenerarnos a voluntad para optimizar nuestro rendimiento y bienestar?, ¿Podremos comunicarnos mentalmente a distancia?, ¿Podremos ser invisibles, tele-transportarnos o hacer viajes (con billete de vuelta) en el tiempo?

En relación a la última de estas preguntas, las capas de invisibilidad se han demostrado en experimentos controlados y no parecen existir limitaciones fundamentales que las hagan imposibles. Así que prepárense a reservar una de estas para alguna navidad en las siguientes décadas. También se han realizado con éxito experimentos de tele-transportación de información cuántica a distancias respetables de cientos de kilómetros. Pero para que puedan extenderse a objetos masivos como los humanos, me temo que tendremos que esperar cientos de años.

El tema de los viajes en el tiempo, lamentablemente para los amantes de los viajes de aventura, roza en mi opinión la imposibilidad real. Es cierto que, si un principio firme de la Física, como que la velocidad de la luz no pueda superarse, dejara de cumplirse, en teoría podríamos movernos en el tiempo. Tengo, sin embargo, la sensación de que este es un principio tan sólido que estas aventuras no serán posibles ni siquiera dentro de varios miles de años. Una lástima, porque les confieso lo mucho que me gustaría pasearme (o lo que entonces se haga) por el año 3013.

## ***Invertir en investigación agraria***

Carlos García Izquierdo, 10 de noviembre de 2012

Hablar hoy en día sobre la necesidad de invertir en investigación científica es algo demasiado manido; y a pesar de que no se invierta, creo que se debe seguir insistiendo en ello. Como ejemplo, indicaré que el lema que reza en las pancartas de las últimas protestas de investigadores es: “Sin Ciencia no hay Futuro”. Esta frase resume perfectamente lo que pensamos los científicos al respecto, aunque no seamos capaces de convencer ni a los políticos, para que inviertan en ese futuro, ni tampoco a nuestra sociedad para que así lo demande. En esta ocasión me gustaría insistir, con mayor énfasis si cabe, sobre la necesidad de invertir en Ciencia Agraria, y el beneficio que ello conlleva. Para ello, y respondiendo a la cuestión de “por qué invertir en investigación agraria”, diré que esta investigación es la que sustenta y da valor añadido a nuestra actividad agrícola, conformando uno de los pilares económicos que tiene nuestro país. Invertir en este tipo de ciencia permitirá que seamos verdaderamente competitivos frente a regiones y países de nuestro entorno. Pero además, hay que decir que hacemos muy buena investigación agraria en España (y por ende, en la Región de Murcia), y es algo que nos hace ser un referente frente a otros países; este hecho es fácilmente constatable consultando bases de datos científicas reconocidas como la “Web of Knowledge”. Quizás la investigación agraria no tenga el “glamour” de otras investigaciones más llamativas, pero en ella somos líderes y por ejemplo, hemos conseguido: a) conocimiento para un manejo avanzado de los sistemas agrarios, permitiéndonos producir sin dañar recursos naturales como el suelo y el agua, en un escenario de cambio global y climático cambiante; b) obtener mediante mejora genética vegetal, nuevas variedades adaptadas a situaciones de interés (variedades adaptadas al frío), o incluso mediante herramientas biotecnológicas conseguir especies vegetales resistentes a enfermedades o estreses, como la sequía; c) nuevas alternativas en la protección de cultivos mediante la elaboración de programas de lucha biológica contra plagas de manera sostenible. Los nuevos desarrollos en biotecnología como aspecto transversal de todo lo anterior, ha generado proyectos como “Melonomics”, recientemente finalizado con la secuenciación completa del genoma del melón, con los beneficios que ello supondrá para ese cultivo en el futuro. Si invertimos en investigación agraria seremos capaces de producir alimentos de calidad de forma sostenible, posibilitando con ello una economía consecuente.

## ***Mucha Matemática en los Nobel***

Ángel Ferrández Izquierdo, 17 de noviembre de 2012

El último testamento de Alfred Nobel, de 27 de noviembre de 1895, creó unos premios anuales para recompensar a aquellas personas que hubieran prestado un notable servicio a la humanidad, conduciendo a una mejora o un progreso considerable en el saber y la cultura en las cinco disciplinas de Paz o Diplomacia, Literatura, Química, Fisiología o Medicina y Física. No se me olvida Economía, no, es que no fue voluntad de Nobel, y hubo que esperar hasta 1968, cuando el Banco de Suecia, con el acuerdo de la Fundación Nobel, instituyó el “Premio del Banco de Suecia en ciencias económicas en memoria de Alfred Nobel”, que muy pronto se conoció como el Nobel en Economía.

Siempre se echó en falta un Nobel en Matemática, detalle falazmente atribuido, pero jamás probado, a una supuesta historia de celos de Nobel hacia el famoso matemático sueco Mittag-Leffler. Es mucho más verosímil pensar que tal ausencia fue debida a que Nobel nunca creyó en la utilidad práctica de la Matemática, disciplina que actualmente ya disfruta de su galardón equivalente en la Medalla Fields.

Con el paso del tiempo, la Matemática ha ocupado ese lugar que nunca perdieron y, como se suele decir, si Nobel levantara la cabeza no habría dudado en incluirla en su testamento. Pero, ciertamente, son otros tiempos, difícilmente comparables, y cien años después, la Matemática es la base del espectacular avance científico y tecnológico del último siglo.

Es más, los últimos cuatro Nobel en Economía han sido concedidos a matemáticos-economistas o economistas-matemáticos, o dicho de otra manera, a la Matemática aplicada a la economía con objeto de imponer en esta la exactitud propia de aquella a la hora de crear nuevos productos, asignar precios, evaluar riesgos y minimizar la incertidumbre y la especulación; en definitiva, fijar el marco más estable para el óptimo desarrollo de las operaciones financieras con las máximas garantías para el cliente.

El caso de John Nash, Nobel en 1994, y gracias a la película “Una mente maravillosa”, quizás sea el más conocido, pero no olvidemos a Akerlof, Stiglitz, Merton, Aumann, Hurwicz, Maskin, Myerson, Diamond, Mortensen, Pissarides, Sims, Roth y Shapley. Los más recientes galardones solo admiten una interpretación: si el rigor inherente a la Matemática imperara en el mundo del dinero y su entorno, serían imposibles sucesos como el de la burbuja causante de la crisis actual. Pero claro, la Matemática eliminaría de raíz toda la especulación consustancial con ese mundo, por lo que quedan muy pocas esperanzas de que tal anhelo prospere.

## **¿Hago la tesis doctoral?**

Pablo Artal Soriano, 24 de noviembre de 2012

Esta pregunta es una de las más comunes que suelen hacerme los estudiantes de ciencias e ingenierías al terminar su carrera. Salvo contadas excepciones, lo normal es que tengan dudas sobre como orientar su futuro. Y hacer una investigación que conduzca al título de doctor es una de las opciones que suelen barajarse. Mis respuestas suelen empezar normalmente con una pregunta: ¿quieres dedicarte profesionalmente a la ciencia? Si la respuesta es positiva luego siguen más preguntas, claro. Pero antes déjenme que les explique qué significa hacer la tesis doctoral a partir del nombre. En muchos países se refiere a la tesis como el “PhD”. Este acrónimo proviene del latín “*Philosophiae Doctor*” (Doctor en Filosofía), entendiendo esta última en su sentido originario en griego: “amor por la sabiduría” o “la búsqueda del conocimiento profundo”. La tesis doctoral es el máximo grado académico que puede obtenerse tras haber realizado contribuciones originales al avance del conocimiento. En la actualidad es un requerimiento para realizar una carrera científica profesional en la mayoría de las instituciones del mundo, pero en esencia sigue siendo lo que dice su nombre.

Mi siguiente pregunta es: ¿sabes cuáles son las posibles ventajas y desventajas de la profesión de científico? En general las ideas que suelen tener son bastante estereotipadas, así que suelo darles mi visión personal. Entre las ventajas, se trata de una actividad creativa, apasionante, divertida (a veces, claro), cosmopolita y que siempre ofrece retos. Entre las desventajas, se trata de una carrera incierta, difícil y que exige intensos sacrificios personales.

Si el estudiante se inclina a seguir adelante, siento ser un poco inquisitivo y pedirle que se haga más preguntas a sí mismo y que se conteste honestamente. ¿Me gusta realmente la ciencia y/o la tecnología?, ¿me emociono cuando entiendo o descubro algo?, ¿quiero adentrarme en el mundo de los terrenos intelectuales desconocidos?, ¿soy lo suficientemente capaz intelectualmente?, ¿tengo verdadera capacidad de dedicación y sacrificio?, ¿podré concentrarme y evitar distracciones durante al menos cuatro años?

Si ha contestado positivamente a la mayoría de estas preguntas, la respuesta será clara: sí, no dudes en hacer la tesis doctoral. Si se ha dado una mezcla de respuestas positivas y negativas, pero con un sentimiento interior de querer hacerlo, debería ir también adelante. Por supuesto, una vez tomada la decisión sobrevienen muchas más dudas, tanto o más importantes, sobre cómo, dónde o con quién hacerla. Pero mis consejos prácticos para eso deben esperar a otra futura columna.

## **¿Dónde hago la tesis?**

Pablo Artal Soriano, 1 de diciembre de 2012

La semana pasada en esta columna intentaba guiar a los estudiantes en la difícil decisión de hacer o no una tesis doctoral. En esta secuela, voy a dar unas pautas para resolver otra serie de preguntas que necesariamente deben hacerse aquellos que han decidido que sí quieren hacer la tesis. Advierto que se trata de mi visión personal y que a buen seguro habrá quien no lo vea de la misma forma. Como siempre en la vida, que cada cual escuche, vea, reflexione y al final decida por sí mismo.

¿En qué tema? A parte de los gustos y afinidades se debe elegir el tipo de trabajo en relación con las mejores habilidades personales. Hay tesis que son principalmente teóricas, otras completamente experimentales y otras que combinan ambos aspectos. Es sensato no dejarse llevar por los gustos idealizados y ser consciente de las propias limitaciones. Por ejemplo, si eres de aquellos que no es capaz de cambiar una bombilla, mejor no elegir temas experimentales que requieran una cierta habilidad manual.

¿Dónde? ¿En España o fuera? Ambas opciones conllevan pros y contras. Como se ha repetido a menudo en estas columnas, la ciencia es una actividad global, así que debes estar preparado para la movilidad. Aunque no importe tanto donde como que sea un “buen” laboratorio, aunque por supuesto ayuda que el entorno sea agradable y las condiciones de vida favorables.

¿En qué situación laboral? Frente a la vaguedad que reconozco a las respuestas anteriores, aquí voy a ser tajante. Siempre debe hacerse la tesis doctoral con una financiación adecuada durante los años de realización, bien sea una beca o un contrato. Es un error alargar por cuatro años la condición de estudiante no remunerado para hacer la tesis. A pesar de los tiempos difíciles, los buenos estudiantes encontrarán seguro opciones de financiación.

¿Con quién? La ciencia se parece mucho a un oficio tradicional y alguien debe enseñártelo. Por ello, elegir bien al director es la decisión más importante. Por ello busca laboratorios o grupos bien equipados y que dispongan de financiación. Y “estudia” a fondo al posible director. Asegúrate que tiene un prestigio científico internacional en su área. Para ello compara su índice h, una forma de medir el impacto de la investigación de la que ya hemos hablado aquí, con el de otros científicos. De tu elección depende el futuro de tu carrera científica, así que busca, compara y mucha suerte.

## ***¿Culpable o inocente? ¿Científicos o jueces?***

José García de la Torre, 8 de diciembre de 2012

Una de las más graves responsabilidades que pueden recaer en un científico es dictaminar la posible responsabilidad de una persona en un supuesto delito. Los medios de comunicación comentan lo que pudiera sospecharse – a veces con cierto exceso morboso – así como lo que los jueces finalmente sentencian, con base en tales dictámenes. De controversias mediáticas, desde una recientemente divulgada sobre si ciertos huesos eran de un animal o de un niño, hasta otras ya casi históricas, sobre la composición química de los explosivos empleados en cierto atentado terrorista, hay numerosos casos que han llegado a la opinión pública.

Me remito a otro caso, lejano pero contundente. En 1985, en Estados Unidos, un camionero, Steven Barnes, fue investigado en un caso de violación y asesinato. Del interior y exterior de su camión fueron tomadas diversas muestras: barro, restos de tela vaquera, y pelos. Tres años después, las supuestas evidencias acumuladas de cada uno de estos análisis, se consideraron, aunque no por separado, pero si en su conjunto, evidencias convincentes para su condena, en 1988, a 25 años en prisión. A principios de los años 90 se desarrolló lo que es hoy en día bien conocido, la prueba del ADN – que, ya sabemos, se emplea para pruebas de parentesco, pero también para mucho más. Por entonces, una especie de ONG, “Project Innocence”, pugnaba por la aceptación de la metodología de ADN en tales casos. En 2002, tras 14 años en prisión, tales pruebas – ahora consideradas mucho más efectivas y rigurosas que las practicadas 14 años atrás – le eximieron y liberaron. Cuentan que Barnes dijo, algo así como: “No puedo ni contar como se siente uno cuando le llaman monstruo”, y exclamó: “¡Gracias a Dios por el ADN!”. En el caso de Barnes, las evidencias científicas fueron, primero, fundamento de condena; después (gracias al ADN), motivo de liberación. Podría decirse que fue la ciencia la que le salvó, 14 años después que por ella misma fuera condenado.

En el último congreso de la Sociedad de Química de Estados Unidos se celebró un simposio sobre la actividad forense, concluyéndose que debe ser ejercida por profesionales especialmente cualificados para tal fin, realizada en entornos en los que impere la objetividad y rigor que son propios de la investigación científica, y se propuso incluso que los dictámenes sean sometidos, como ocurre con las publicaciones científicas convencionales, a una profunda revisión y validación por otros expertos independientes.

## **Matemáticas: filias y fobias**

Ángel Ferrández Izquierdo, 15 de diciembre de 2012

Hace unos años, un periódico de tirada nacional insertaba un anuncio a media página con el siguiente texto: “Vampiros, monstruos, brujas, profesores de matemáticas... Todo lo que da miedo, hoy en Disney Channel. No te pierdas nuestro terrorífico especial de Halloween, hoy 31 de octubre”. Sobra decir que quien escribe y su entorno apenas tardamos unos segundos en denunciar semejante bazofia y exigir su inmediata retirada, cosa que se produjo y jamás se repitió.

Nada descubro al afirmar que la Matemática -ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos, y sus relaciones- no encuentra demasiados afectos entre el común de los mortales. La pléyade de pseudo-expertos que se ha enseñoreado del mundillo de la educación pronto nos dará mil explicaciones del porqué de tan pertinaz antipatía desde que el discípulo tiene uso de razón. En realidad, solo hay dos razones esenciales.

Una, objetiva, es la presunta mala praxis del docente, es decir, alguien comienza odiando las matemáticas excusándose en que se la han explicado mal, con la supuesta desagradable vivencia de difícil reparación. La segunda, subjetiva, tiene que ver con la estructura mental, todavía en formación, del alumno, es decir, de su propio carácter que, aunque balbuciente, empieza a estructurarse y se decanta, o no, hacia el orden, la precisión y el rigor para consigo y su entorno.

En un segundo nivel, pero no menos importante, está el ambiente, es decir, las amistades, la familia, los más cercanos. Recordemos que en el inconsciente colectivo hace mucho tiempo que se instaló el triste eslogan “No me hables de matemáticas, yo soy de letras”, amén de esa otra aberración “Las matemáticas no sirven para nada”.

Aprender Matemática es tan fácil como cualquier otra disciplina científica o de Historia o Literatura. Eso sí, requiere esfuerzo continuo, disciplina y ejercicio de razonamiento, pero sobre todo no arredrarse ante las dificultades. Un problema debe ser atacado por todos los frentes, con toda la artillería disponible y con tenacidad, sin desfallecer si no se resuelve al primer intento. Y es aquí donde aparece con mayor frecuencia el fracaso.

Sin un ápice de triunfalismo, la Matemática es la base de todo el progreso científico y tecnológico, y su abanico de aplicaciones es tan vasto como posiblemente desconocido. La Matemática ha hecho posible todo eso, y mucho más, que hoy resulta imprescindible: internet, telefonía móvil, ecografía, o resonancia magnética nuclear.

## **Para mis alumnos**

José S. Carrión García, 22 de diciembre de 2012

Este curso se gradúa la primera promoción “boloñesa” de Biología en la Universidad de Murcia, un inefable grupo de monos inquietos con los que he compartido momentos colosales durante meses; tanto que deseo salirme del rigor de la tarima para dictar algunos consejos, con la cercanía del afecto y la perspectiva de los años.

Negaos a vivir cabreados. No resulta indiferente comprender que ningún gobierno cuidará de vosotros, que los políticos han bloqueado todos los mecanismos de cambio social, incluyendo el acceso a la verdad. Lo cierto es que somos una especie con tendencia a la explotación por acumulación de bienes y que, por primera vez en la historia, *joder* al prójimo se ha hecho posible a escala planetaria. Pero vivir es algo urgente.

Por si vuestra urgencia fuera la preocupación por la primera entrevista de trabajo, sabed que el éxito depende más de lo confiables que parezcáis que de la experiencia laboral. Os recomiendo exponer los puntos débiles al principio, para mostrar que sois dignos de confianza. No se os ocurra quejaros: significa que estáis admitiendo una derrota. Tampoco pidáis seguridad: el éxito social de los agoreros se debe a que la incertidumbre rinde ansiedad. Pero la seguridad es una trampa neurótica; lo único seguro son las oportunidades.

Lleváis el software de la escasez. Rebelaos: no asumáis obligaciones estúpidas ni os arrastréis sobreviviendo. El mundo está lleno de experiencias a las que tendréis acceso sin dinero. Ante un buen negocio o un buen viaje, apostad por lo segundo. Uno nunca recuerda lo que ganó hace diez años, pero puede llevar un paisaje en el corazón.

Dad la bienvenida a los problemas: lo que hagáis con ellos determinará vuestro itinerario. Uno siempre puede alzarse por encima de las circunstancias. Y ante un dilema profundo, no penséis demasiado: las emociones proporcionan sabiduría allí donde la reflexión no alcanza, donde el exceso de información es un peligro real.

Desde luego, no busquéis felicidad; se trata de un duendecillo fugaz. Tampoco ningún infortunio os afectará durante demasiado tiempo. Buscad un sentido a vuestra existencia profesional que sea compatible con la esfera relacional, algo que lo conjugue todo, tal vez una pasión; seguidle la pista y cada día será un regalo. Felicidad no es lo mismo que confort. Tal vez se parezca a eso que súbitamente sucede cuando uno advierte que forma parte de algo más grande que su propia carcasa.

## Códigos QR

Pascual Lucas Saorín, 12 de enero de 2013

En los últimos años se han popularizado, sobre todo entre los más jóvenes, unos logotipos o iconos cuadrados que al fotografiarlos con sus teléfonos inteligentes permiten que éstos realicen automáticamente algunas acciones, como, por ejemplo, la participación en un concurso o sorteo, la obtención de información sobre un producto o empresa, etc. Aunque la utilización que se hace de ellos parece estar actualmente limitada a la publicidad, su origen estuvo ligado a la actividad industrial, como un intento de sustituir al famoso código de barras, pues éste contiene muy poca información. Nos referimos a los códigos QR (iniciales de “Quick Response”, es decir, código de “Respuesta Rápida”) que fueron creados en 1994 por Damm y Retes (de la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota), los cuales aspiraban a que el código permitiera que su contenido se pudiera leer a alta velocidad, siendo su primer uso el registro de los repuestos mecánicos.

Existen cuarenta versiones de los códigos, según la cantidad de información que deba almacenar y el nivel de protección que deba tener para permitir su descodificación. Los códigos de la versión V tienen un tamaño  $N \times N$ , donde  $N=4V+17$ , de forma que su capacidad varía desde unos pocos caracteres con la versión  $V=1$  hasta varios miles de caracteres con la versión  $V=40$ . Entre las propiedades más destacables de estos códigos está el algoritmo de corrección de errores Reed-Solomon de 8 bits que incorpora, con cuatro niveles de protección (L=Low, M=Medium, Q=Quartile, H=High), variando el porcentaje de recuperación desde el 7% hasta el 30%. La cantidad de información que puede ser almacenada en un código QR depende de tres factores: el tipo de datos almacenados, la versión del código, y el nivel de corrección de errores. La mayor capacidad se obtendría con un código  $V=40$  con nivel de protección L, que permitiría almacenar hasta 7089 números. Debido al diseño de los códigos Reed-Solomon y a la utilización de 8 bits, cada bloque de código no puede contener más de 255 caracteres, por lo que en las versiones superiores es necesario dividir la información en varios bloques codificados. La especificación QR actual no utiliza el mayor tamaño posible; define el tamaño de los bloques de modo que en cada bloque no aparezcan más de 30 símbolos de corrección de errores, lo que significa que pueden corregirse hasta 15 errores en cada bloque.

Por último, pero no menos importante: el código QR, a diferencia de otros formatos de códigos bidimensionales, es abierto y sus derechos de patente (propiedad de Denso Wave) no son ejercidos.

## **Procrastinación**

Pablo Artal Soriano, 19 de enero de 2013

Quizás no les suene esta palabra. Pero estoy seguro que es algo que han practicado la mayoría de ustedes, y posiblemente lo estén haciendo en este momento al leer el periódico. Del latín “procrastinatio”, es la acción y efecto de procrastinar, es decir, diferir o aplazar. Así que aquellos que practicamos la procrastinación, tenemos una especial tendencia a no hacer las cosas importantes en su momento y dejarlas para mañana o para nunca. Parece que los procrastinadores no somos realmente unos vagos, sino que simplemente hacemos otras cosas normalmente menos importantes y vamos dejando para más tarde aquello que nos demanda la urgencia.

No les puedo negar a ustedes, amigos lectores, que en estos momentos estoy procrastinando. Tengo varias cosas que debo terminar con una urgencia apremiante pues las están esperando, aparentemente con impaciencia. Pero en vez de estar haciendo esas tareas a las que me había obligado, me he puesto a escribirles esta columna. No me malinterpreten. Esta columna también tiene su importancia, pero no la urgencia de tener que escribirse en este preciso momento. Simplemente me apetece más escribirles esto que hacer lo que se supone debería estar haciendo estos momentos: terminar mi informe urgentísimo.

Si estos comportamientos les resultan familiares, seguro que reconocen un típico sentimiento de culpa cuando, por ejemplo, en vez de estudiar para el examen de mañana que se lleva flojo, se decide jugar al parchís con la abuela, ver aquellos graciosos videos en YouTube, ordenar el armario, o bueno, ya saben, cualquier otra cosa, menos estudiar. Lo de estudiar, por si les queda ya lejano, lo pueden sustituir por ese trabajo que le están pidiendo todos los días y vienen retrasando.

Por supuesto, la Psicología lleva tiempo estudiando estas conductas, normalmente asociadas a comportamientos negativos de ansiedad, culpa, y que suelen resultar en una baja productividad personal. Las buenas noticias son que varios investigadores vienen indicando que quizás en el fondo la procrastinación también podría tener su parte positiva. John Perry de la Universidad de Stanford en EEUU ha sugerido el concepto de “procrastinación estructurada” como una forma de ser productivo al evitar ciertas labores, pero sustituyéndolas por otras, quizás de menor nivel de urgencia, pero sin duda también de utilidad. Por ejemplo, en mi caso de hoy, aunque no he avanzado en el informe que debo enviar, les he terminado esta columna a tiempo. No es que desde aquí les anime a procrastinar, dios me libre, pero quizás después de todo a lo mejor no deberíamos sentirnos demasiado mal con nosotros mismos al hacerlo de vez en cuando.

## **Sensores moleculares**

Alberto Tárraga Tomás, 26 de enero de 2013

Si a cualquier ciudadano se le preguntase por el concepto que tiene del término sensor nos encontraríamos con que la mayoría lo asociaría a dispositivos tales como alarmas contra incendios, antirrobo, radares, etc. Evidentemente, detrás de estos ejemplos subyace la idea de que el concepto de sensor debe estar ligado a aquellos dispositivos con capacidad para detectar un cambio del entorno y emitir una señal interpretable por nuestros sentidos. Por ejemplo, en un sensor térmico la presencia de calor provocaría la generación de una señal audible, con lo que el dispositivo ha convertido el calor en un sonido de alerta.

Sin embargo, en química supramolecular, el término sensor molecular está asociado más íntimamente con un acontecimiento ocurrido a nivel molecular. En este contexto, los sensores moleculares podrían definirse como aquellas moléculas que no sólo reconocen, sino que también señalizan, de forma reversible y en tiempo real, la presencia de un analito. Por consiguiente, todo sensor molecular deberá constar, pues, de dos elementos esenciales: una unidad de reconocimiento, responsable de la unión selectiva al analito que se pretende detectar, cuando se encuentra en presencia de otros interferentes, y otra de señalización, que actúa como un mero traductor, convirtiendo el fenómeno del reconocimiento en una señal física, generalmente eléctrica u óptica, fácilmente detectable y medible por un operador externo.

Junto a las dos cualidades básicas ya mencionadas, selectividad y reversibilidad, el sensor molecular ha de satisfacer una tercera cualidad: la sensibilidad, asociada con la consecución de bajos límites de detección y a la variación de sus propiedades en función de la concentración de analito.

Por otra parte, la clasificación de los sensores moleculares va ligada íntimamente al tipo de cambio de propiedad producido en la unidad de señalización durante el reconocimiento del analito. Así, si la interacción unidad receptora-analito lleva asociada cambios en los espectros de absorción o emisión de radiación electromagnética, estaríamos ante un sensor óptico. En cambio, si el fenómeno de reconocimiento lleva asociado una variación en el potencial redox de la unidad de señalización, hablaríamos de un sensor electroquímico.

Si bien una característica esencial de esta área de investigación es su marcado carácter interdisciplinar, el punto clave reside, en gran medida, en la naturaleza creativa de la síntesis orgánica que permite acceder a un número ilimitado de nuevas moléculas con estructura y topología adecuadas para el reconocimiento selectivo de analitos concretos o para que desempeñen funciones específicas.

## ***Control de partículas cuánticas***

Miguel Ortuño Ortín, 2 de febrero de 2013

El último premio Nobel de Física ha recaído en los investigadores David Wineland del NIST de EEUU y Serge Haroche del Collège de France y la École Normale Supérieure de Francia, por sus trabajos sobre el control de partículas en el mundo cuántico. El primero construyó dispositivos para el control de átomos, mientras que el segundo hizo lo propio para el control de fotones o cuantos de luz.

Los átomos y los iones pueden atraparse mediante el uso de campos electromagnéticos, pero su manipulación y la medida de su estado están dificultadas por las vibraciones térmicas. La energía de estas vibraciones es mucho menor que las diferencias de energía entre los distintos orbitales atómicos. Wineland desarrolló una técnica para reducir las vibraciones hasta un mínimo de forma que los átomos estuvieran prácticamente quietos. La técnica consiste en radiar a los átomos con luz de una frecuencia ligeramente inferior a la correspondiente a la primera transición orbital. Los átomos así excitados tienden a decaer rápidamente a su estado original, pero con menos energía vibracional.

El control de los átomos alcanzado por Wineland le permitió poder colocar uno de ellos en dos sitios al mismo tiempo, algo totalmente inconcebible en la física clásica y en desacuerdo con nuestro sentido común, dominado por experiencias puramente clásicas. Dicho control también hizo posible que el grupo de Wineland construyera un reloj de iones atrapados que es cien veces más precisos que los relojes atómicos de cesio que forman el estándar de tiempo universal en la actualidad.

Haroche, por su parte, se concentró en la construcción de cavidades con paredes superconductoras a muy baja temperatura en las que los fotones se reflejan multitud de veces antes de escapar. La interacción de estos fotones con átomos muy excitados que atraviesan la cavidad permite contar y manipular los fotones existentes. Con esta técnica, fue capaz de obtener un fotón cuyos campos electromagnéticos señalaban al mismo tiempo en dos direcciones distintas, algo igual de absurdo para nuestro sentido común como el que dos átomos existan simultáneamente en dos lugares distintos.

Los experimentos de ambos investigadores han contribuido a sentar las bases de la disciplina que se denomina información cuántica y cuyo principal objetivo es la construcción de un ordenador cuántico, que podría llegar a ser tremendamente más rápido que los actuales y revolucionar muchos aspectos de la ciencia y la tecnología.

## **Con los cinco sentidos**

Alberto Requena Rodríguez, 9 de febrero de 2013

La Historia de la Humanidad está escrita en la cocina. Cuando fuimos primitivos, la comida lo fue, la cocina simple o inexistente, el mundo vegetal o animal directamente se expresaban, sin especulación. El gusto era el único sentido implicado. Nuestros atávicos rechazos a los sabores amargos revelan reacciones de autodefensa. Carnes y pescados próximos a la putrefacción, se disimulaban con aditivos, como el garum, que enmascaraban su deteriorado estado. Las especias conservadoras fueron tan apetecidas que no sólo explican la historia de dominios de pueblos, sino incluso el descubrimiento de América, que no se sustanció para comer, sino para comer bien. Ya obraba la Química.

Progresivamente, con el concurso de especias y hierbas aromáticas, se incorpora el olfato y la Química como arte supremo de la transformación molecular, para lograr una mayor digestibilidad, a la vez que despertar apetitos atractivos a gusto y olfato. A principios del siglo XX, Maillard explica las reacciones que tienen lugar en los alimentos al aplicarles calor, pardeando no enzimáticamente, con lo que cautivan gusto y olfato. Además, se iba incorporando el tacto en las crujientes cortezas de pan y otros productos y tímidamente el oído captaba el crujir.

La Nouvelle Cuisine de los sesenta, pilotada por Bocuse y en España por Arzak, popularizó una dramática disminución de los puntos de cocción de los pescados, al estilo oriental. En los ochenta y noventa ya se incorporó, sin timidez, el disfrute de pescados y mariscos crudos, con guarniciones de algas, verduras y sabores agridulces, (sushi y shasimi). Un papel decisivo le esperaba a un nuevo sentido, la vista, la apariencia. Era el tercer sentido que se incorporaba. Los productos adquieren protagonismo y la Química se vuelve discreta.

En los ochenta se gesta la deconstrucción en cocina, con Adrià a la cabeza, alterando aspecto, textura y combinación de alimentos, buscando realzar los estímulos sensoriales. La Química culinaria pretende provocar a todos los sentidos. El juego de texturas, matices de temperaturas y sabores, que se suceden y se yuxtaponen en un mismo bocado y activan el oído con el crujir, logran activar los cinco sentidos en un todo armónico y emotivo. La Química brinda así una orquestación, donde las notas son el resultado de las transformaciones que propicia extrayendo las propiedades hedónicas más íntimas de los productos.

Hoy la fusión, que otrora fuera mestizaje, promete explorar nuevas vías. Conocido el secreto para activar los sentidos y la Química coquinaria, podemos aventurarnos con los cinco sentidos. Aquí sabemos de eso.

## ***El lenguaje secreto de las bacterias***

Mariano Gacto Fernández, 16 de febrero de 2013

Las bacterias son los seres vivos más simples por la limitada información contenida en su ADN. Sin embargo, son también los más antiguos y representan por tanto los sistemas biológicos que más tiempo han tenido para desarrollar estrategias evolutivas de adaptación. La noción de que las bacterias son capaces de comunicarse entre sí ha ampliado el concepto inicial de simplicidad y revelado aspectos fascinantes de los ambientes microscópicos.

En vez de hablar y escuchar, las bacterias intercambian moléculas específicas que actúan como señales percibidas por otras células. Utilizan una especie de lenguaje químico con significación muy precisa. En los ambientes naturales existen muchas bacterias diferentes que usan diferentes clases de moléculas de comunicación. Hay moléculas de lenguaje intraespecífico, captadas sólo por receptores de bacterias de la misma especie que las produce, y otras interespecíficas, reconocidas por todo tipo de bacterias. Las primeras actúan en “conversaciones secretas” entre células similares, mientras las segundas forman parte de un lenguaje más universal dentro del mundo de las bacterias. La acumulación de esas moléculas permite a cada célula saber la densidad de la población, es decir, el número de células presentes, y si esas células son iguales a ella o diferentes. Percibiendo variaciones en la concentración de estas sustancias a lo largo del tiempo, las bacterias detectan si están solas o en grupo y, en este caso, si el grupo es homogéneo o heterogéneo. Muchas propiedades de las bacterias, como por ejemplo la producción de factores de virulencia, la bioluminiscencia o la formación de bio-films microbianos son actividades que solo se producen colectivamente.

Esta capacidad de comunicación permite coordinar el comportamiento de las poblaciones bacterianas, ya que tales moléculas regulan la expresión génica para acomodar las células a las condiciones ambientales. Para una bacteria puede resultar importante escapar de la respuesta inmune durante una infección, competir con otras bacterias por nutrientes o evitar la presencia de compuestos tóxicos. El lenguaje de las bacterias hace posible transmitir y captar información que permite distinguir entre lo similar y lo diferente, y actuar en consecuencia. Algunos tipos bacterianos controlan a otros tipos interfiriendo sus sistemas de comunicación, y las bacterias patógenas regulan mediante este sistema de señalización la expresión de genes que causan enfermedad. Un nuevo enfoque actualmente en desarrollo para controlar las enfermedades consiste en bloquear este lenguaje con el fin de evitar que las bacterias dañinas manifiesten su virulencia.

## ***El ojo biónico***

Pablo Artal Soriano, 23 de febrero de 2013

En 1995 les hablaba en las páginas de este mismo diario sobre una asombrosa noticia del momento. Varios grupos de investigación en EEUU pretendían implantar un microchip en el ojo humano para restaurar la visión en personas con enfermedades de la retina, prácticamente ciegos. Además del implante se requería una cámara y un procesador de video, que los pacientes llevarían colocados en un dispositivo con cierto parecido externo a unas gafas.

Y tras 20 años de trabajo, lo que parecía ciencia ficción: un ojo biónico que hiciera ver a los ciegos, se ha convertido en una realidad. La semana pasada se ha autorizado su uso en EEUU y más de 50 personas en todo el mundo ya lo tienen instalado.

Los potenciales destinatarios de estos implantes son pacientes con enfermedades de la retina que mantengan operativas las partes del sistema visual anteriores y posteriores a los fotorreceptores dañados. El implante restablece la comunicación entre la escena y la imagen visual en el cerebro, que se encuentra cortada en la retina dañada. Las enfermedades de la retina que constituyen el objetivo de estos sistemas son la retinopatía diabética, la retinitis pigmentaria y las degeneraciones maculares seniles.

De momento, la empresa que comercializa el dispositivo (a un precio de unos 80000 euros, sin contar la cirugía) se ha centrado en pacientes con retinitis pigmentaria con pérdidas muy severas de visión. Aunque los resultados dependen de las personas, muchas vuelven a percibir luces y movimientos. No se trata de una restauración completa de la visión, pero es un paso importantísimo, pues como declaró uno de los pacientes, para quien no ve nada, ver algo resulta ser muchísimo.

Esta historia muestra varias moralejas importantes. Tenemos la suerte de estar en un momento en el que muchas cosas que parecían imposibles ya no lo serán. Existen razones para que miles de personas afectadas por retinopatías tengan esperanzas. Por otro lado, los tiempos en ciencia suelen ser siempre largos y se requiere paciencia. Se pensaba que en unos pocos años estos sistemas serían una realidad, pero se han necesitado 20 años para producir todavía una visión muy rudimentaria. Y la investigación para obtener avances importantes es cara. En este proyecto se han invertido al menos 100 millones de dólares y se necesitarán muchos más para mejorar los sistemas. ¿Pero cuánto vale que una persona ciega durante años pueda volver a desenvolverse sola en las calles de su ciudad?

## **Mapas cognitivos y técnica de estudio (I)**

Luis Puelles López, 2 de marzo de 2013

Llamamos conocimiento a poder explicar y predecir el mundo. Las ideas más recientes sobre la naturaleza del conocimiento adquirido postulan sorprendentemente que el conocimiento no tiene a nivel cerebral una representación verbal. Dicho de otro modo, el conocimiento que desarrolla cada persona a lo largo de su vida aparentemente no consta de registros neurales a base de afirmaciones o frases apuntadas en algún sitio. La duda sobre la supuesta naturaleza verbal del conocimiento obedece al hecho evidente de que también los animales adquieren conocimiento a lo largo de su vida, en mayor o menor grado, sin poseer la facultad del lenguaje. El desarrollo del lenguaje en el hombre se superpone desde hace solamente unos cientos de miles de años a los mecanismos de aprendizaje preexistentes en los primates. El lenguaje ciertamente potencia la intercomunicación social de lo aprendido, posibilita formulaciones mucho más discriminativas y profundas de la realidad a la que hacemos referencia (llegando al lenguaje científico y lógico-matemático), comunica vivencias subjetivas, y, sobre todo, permite registros externos del conocimiento adquirido, gracias a la escritura.

Los animales y el hombre construyen en el cerebro mapas cognitivos más o menos abstractos de la realidad conocida. Hay probablemente millones de mapas discretos en sitios distintos del cerebro, generalmente en forma de redes combinatorias de interconexiones, en las que participan millones de neuronas. Las distintas neuronas o grupos de neuronas muestran múltiples conexiones y correlaciones unas con otras, tal como tienen múltiples relaciones de vecindad o distancia relativas los distintos puntos de un mapa entre sí, o con otros mapas (mapa de carreteras con mapas de población, del clima, o de producción agrícola). Una de esas correlaciones sería con el mapa de los elementos del lenguaje: qué nombre tiene cada punto representado, y qué se puede afirmar verbalmente de cada conjunto de elementos, o de las relaciones implícitas entre un mapa y otro. El cerebro retiene así en forma de complejísimo mapa multidimensional las relaciones detectadas entre los diferentes elementos estáticos o dinámicos de cada situación conocida. Los mapas mentales comienzan imperfectos, pero se pueden mejorar (aumento del conocimiento), haciendo que se parezcan más a la realidad. Pero siempre es mejor un mal mapa que ningún mapa. Mapas obsoletos pueden ser sustituidos por mapas mejores (mapas del mundo esféricos en lugar de planos). Nuestra creatividad intelectual depende de ese juego mental con mapas, mientras que el lenguaje simplemente afina y potencia nuestro juego.

## **Mapas cognitivos y técnica de estudio (II)**

Luis Puelles López, 9 de marzo de 2013

Yo llevo algún tiempo recomendando a mis alumnos que estudien desconfiando de la forma verbal del conocimiento, por mucho que ésta sea imprescindible para comunicarnos unos con otros con precisión. El cerebro no está muy capacitado para retener formas verbales en memoria (nadie retiene bien los textos). Sí que tenemos gran facilidad para asimilar la información recibida una vez ésta es traducida a relaciones espaciales entre elementos de un esquema, o sea, cuando se convierte en un mapa cognitivo (realista o abstracto; todos recordamos miles de sitios, caras, esquemas, y otras disposiciones ordenadas en el espacio, sin problemas). Sin embargo, muchos alumnos escasamente emplean su enorme capacidad visuo-espacial para comprobar que lo que van aprendiendo es completo y exacto, fiándose más de su comprensión y memoria verbal.

Recomiendo la técnica que sigue. Una vez escuchado el profesor, o leído determinado texto, al alumno le interesa revisar notas y luego verter ordenadamente sobre un papel en blanco la información de que dispone (sin copiar de otra fuente que la propia mente). Los esquemas —buenos o malos— fuerzan al cerebro a representar el mapa cognitivo en creación, revelando en sus detalles o carencias el grado de precisión obtenido. Es normal que el registro de nuestro conocimiento al principio del estudio sea imperfecto. Por lo tanto, la sesión de estudio prosigue, ahora criticando y corrigiendo en sucesivos intentos los contenidos fundamentales, secundarios y accesorios del tema. Cada duda planteada es motivo para volver con atención focalizada a los textos. La relectura o el subrayado de frases ‘importantes’ dan excesiva importancia a las palabras y no favorecen al mapa cognitivo. Las correcciones del mapa quedan fácilmente asimiladas en el papel, a veces como detalles adicionales, flechas indicativas, o esquemas accesorios, con evidente perfeccionamiento del esquema global, y, por tanto, del mapa cognitivo. Esto prosigue hasta el límite que marque la propia curiosidad, o el sentido de responsabilidad del individuo (o la disponibilidad de datos; los científicos siguen haciéndose preguntas). Un repaso ulterior, días después, siempre mediante esquema sobre papel en blanco, demostrará el progreso logrado. Quizá aparezcan otros aspectos mejorables.

Esta sencilla metodología se ha revelado útil al aconsejar a alumnos con problemas. Es consistente con la teoría sobre los mapas cognitivos ‘mejorables’ y ‘combinables’ que construye nuestro cerebro. Mi experiencia es que así se aprende más en menos tiempo, y, además, uno se hace consciente de lo que sabe y no sabe.

## ***Donde no hay... no busques***

Alberto Requena Rodríguez, 16 de marzo de 2013

La Humanidad avanza lenta, pero de forma inexorable. Pitágoras (580 a.C. – 485 a.C.), ha pasado a la posteridad al atribuirle la autoría del Teorema que lleva su nombre; un trabajo genial, universal, descomunal, útil, aunque ya conocido en Babilonia entre 1800 a.C. y 1650 a.C., como revela la Tableta Plimpton 322, custodiada por la Universidad de Columbia. Menos conocido es que Pitágoras fue el primero que estudió los sonidos producidos por un herrero al golpear en el yunque distintas piezas y observar que el tono era función de la longitud. Fue el primero en darse cuenta que la Naturaleza encerraba leyes. No había que recurrir a atribuir las acciones a los dioses: Zeus no devastaba con ayuda de los rayos, ni Eolo soplabla los vientos que arrasaban las ciudades, ni un largo etcétera. Solamente había que estudiar, observar y abstraer para descubrir las leyes subyacentes.

La Humanidad vivió mucho tiempo de espaldas a las apreciaciones de Pitágoras. Fue Galileo, en torno a 1589, en que comenzó su actividad en la Universidad de Pisa, el que introdujo la observación y la experimentación, con las que nació la Ciencia. Fue maltratado. Pio XII inició la suavización en 1939, al publicar que Galileo era «el más audaz héroe de la investigación ... sin miedos a lo preestablecido y los riesgos a su camino, ni temor a romper los monumentos». Entre 1979 y 1981, Juan Pablo II encargó el estudio de la controversia Ptolomeo-Copérnico y en 1992 reconoció los errores de los teólogos del siglo XVII y pidió perdón por los cometidos por la Iglesia a lo largo de su Historia, aunque mantuvo que, en su día, Galileo no tenía suficientes argumentos para la propuesta que hizo. Ratzinger utilizó el argumento en 1990 en la Universidad de Roma “La Sapienza”, pero no pudo repetirlo en 2008, porque tuvo que renunciar a visitarla de nuevo.

Ideas y creencias se enfrentan permanentemente desde los albores de la Humanidad. Las creencias son cómodas de aceptar, poco exigentes, irracionales. Las Ideas son más complejas, requieren reflexión, contraste, son racionales. Si algo no tiene explicación en el marco científico actual, tiene dificultades racionales insalvables, inconsistencias. La Homeopatía abraza la inocuidad de la nada. Las moléculas diluidas reiteradamente, hasta no dejar vestigio, solamente están ausentes. Nada aportan. La nada es ausencia, sin memoria. ¿Qué dirían de ella Pitágoras o Galileo?: donde no hay, no busques, ¡allá tú, si crees!

## **Sostenibilidad y protección de nuestros suelos**

Carlos García Izquierdo, 23 de marzo de 2013

La estrategia europea para la protección del suelo pone de manifiesto el papel fundamental que tiene dicho Suelo como recurso natural, desde una perspectiva agrícola o natural. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2050 la demanda alimentaria se incrementará en un 70%, necesitando entonces producir alimentos suficientes y con la calidad adecuada, pero de forma sostenible, sin perjudicar a los recursos naturales existentes. Entre esos recursos, el suelo se revela fundamental, colaborando al incremento de la productividad agrícola; y será sostenible cuando mantenga una funcionalidad acorde con las necesidades existentes, colaborando con los flujos de agua, reduciendo problemas de contaminación, y preservando la biodiversidad y los servicios del ecosistema. Sin embargo, bajo condiciones ambientales difíciles (zonas áridas y semiáridas como en el sureste español), los suelos sufren procesos de degradación y pierden fertilidad. En estos casos, dichos suelos podrían mejorar su calidad cuando incrementen su contenido en materia orgánica, la cual es muy escasa debido a los mencionados procesos degradantes. Añadir a los suelos degradados materia orgánica exógena se considera una estrategia apropiada para evitar dicha degradación. Además, si la calidad del carbono orgánico adicionado es óptima (composts bien elaborados, enmiendas de calidad), éste podrá ser fijado en el suelo, evitando su mineralización y pérdida a la atmósfera como CO<sub>2</sub>, mitigando así el efecto invernadero. Precisamente, los procesos de fijación del carbono en el suelo se estudian ahora desde perspectivas muy diversas (ver Schmidt et al., *Nature* 2011), y el manejo adecuado de enmiendas orgánicas será una vía adecuada para colaborar hacia dicha fijación, haciendo entonces más sostenibles a los suelos enmendados. Los residuos orgánicos biológicos (a excepción de plásticos, aceites u orgánicos sintéticos), cuando tienen una calidad aceptable y se someten a tratamientos adecuados (higienización, estabilidad de su materia orgánica), podrán constituir una buena enmienda orgánica para ser reciclada en nuestros suelos. Ello permitirá valorizar dichos residuos orgánicos desde una perspectiva ambiental y socio-económica, evitando así problemas diversos derivados de no tratarlos de manera adecuada, consiguiendo además beneficiar a los suelos donde se introducen evitando en ellos procesos de degradación o pérdida de productividad. Los suelos degradados de zonas áridas y semiáridas, una vez enmendados con residuos orgánicos de calidad, podrán ser un soporte de vegetación estable, y por tanto, “sostenibles” en cuanto a su productividad y fertilidad.

## **Newton, Keynes y la alquimia**

Pablo Artal Soriano, 13 de abril de 2013

Puede que les sorprenda encontrar juntos los nombres de Isaac Newton y John Keynes. Newton es quizás el científico más famoso de la historia (con permiso de Einstein) y Keynes uno de los economistas más notables del pasado siglo. Sus ideas económicas han alcanzado una gran “celebridad” en estos tiempos de crisis en los que se alzan las voces de los “keynesianos” pidiendo un mayor gasto de los estados frente a la austeridad, para promover el crecimiento y salir de la recesión.

Además de la fama compartida y que ambos fueron miembros distinguidos de la Universidad de Cambridge, la relación se completa al conocer que uno de los múltiples intereses de Keynes, además de su dedicación a la economía, fue el estudio de los manuscritos de Newton sobre sus trabajos como alquimista, que había adquirido en una subasta.

Sí, estamos hablando del alquimista Newton, el mismo que nos dejó obras monumentales como los tres volúmenes de los *“Philosophiae naturalis principia mathematica”*, donde estableció las leyes de la física y los métodos para predecir sus consecuencias. Pero lo cierto es que los abundantes papeles de Keynes demuestran que Newton invirtió mucho tiempo y esfuerzo en tareas tales como la búsqueda de la “piedra filosofal” o a la interpretación de profecías bíblicas. ¿Cómo es posible que una cabeza como la de Newton buscara entender el mundo mediante las leyes físicas a la vez que con antiguas manipulaciones de alquimia?

Keynes creía que Newton fue reamente distinto a la imagen que de él ha trascendido como el primer gran científico racional de la era moderna. En realidad, parece que pasó gran parte de su vida obsesionado, no tanto en sus experimentos serios, como en resolver antiguos enigmas o en descifrar versos cifrados. Algo así como una mezcla de mago y científico, con un pie en la edad media y otro en la modernidad que el mismo inició.

Esta ambivalencia encaja bien con la notoria personalidad difícil de Newton. En palabras de Keynes, “un ejemplo extremo de neurótico”, con un carácter temeroso, invadido por el miedo a exponer sus pensamientos y descubrimientos ante el mundo. Pero dotado de unas tremendas habilidades experimentales, quizás sólo superadas por su inusual poder de concentración durante días para resolver los problemas a los que se enfrentaba. Un genio atrapado por su tiempo y su personalidad que cambió el mundo sin que ahora sean ya muy trascendentes las pruebas que dejó manuscritas de sus ocupaciones esotéricas de sus años en Cambridge.

## **Ciencia y cosmogonías**

Juan Carmelo Gómez Fernández, 20 de abril de 2013

La mente del ser humano tiene la necesidad de concebir cómo y/o por qué se originó la Humanidad para tratar de explicar la razón de su existencia y cuál puede ser su futuro. En la historia de la Humanidad se han propuesto muchas cosmogonías que tratan de responder a esta cuestión, como la griega, la judeocristiana o la de otras culturas. Pero la ciencia moderna ha realizado descubrimientos que nos aportan informaciones muy valiosas en este contexto. Nuestra especie, el Homo sapiens se estima que existe desde hace tan solo unos 200.000 años. Según la Biblia, Adán fue el primer hombre creado y a continuación Eva a partir de una costilla de Adán. La Ciencia no ha confirmado esto, pero es curioso, en este contexto, que lo que la Ciencia sí que afirma es que todos los hombres que viven hoy en día proceden de un único antecesor y todas las mujeres de una única antecesora. Gracias a los modernos análisis de ADN se puede seguir la procedencia de ciertos cromosomas que no se recombinan durante la generación de las células sexuales que sirven para la reproducción. Este es el caso del cromosoma Y que permite trazar el origen de los varones al transmitirse con muy pocos cambios de padres a hijos. Pues bien, el varón del que provienen todos los que viven hoy en día, vivió en el África Oriental, hace unos 140.000 años y se le llama el Adán Y, aunque no era el único hombre que vivía en aquel momento ni tan siquiera el primero que existió. De la misma forma el cromosoma mitocondrial, que no se encuentra en el núcleo sino en este orgánulo y sin pareja, se transmite de la madre a los hijos con muy pocos cambios y todos los hijos heredan este cromosoma de su madre. Lo que se ha encontrado es que todas las mujeres que existen actualmente descienden de una mujer que vivió en el África Oriental, al igual que el Adán Y, hace unos 160.000 años y se le llama la Eva mitocondrial, aunque no era la única mujer que vivía en ese momento ni la primera que existió. Resulta, por tanto, que todos los seres humanos que viven hoy en día tienen antepasados comunes. Conociendo que todas las personas estamos emparentadas, ¿ayudará esto a aumentar la fraternidad entre los seres humanos, independientemente de razas y orígenes?

## ***Nuevas terapias contra las enfermedades raras***

Cecilio J. Vidal Moreno, 27 de abril de 2013

Conforme expiran las patentes de fármacos contra enfermedades que aquejan a grandes sectores de la población, crece el interés de la industria farmacéutica por las “enfermedades raras”. Aunque solamente afectan a una de cada 2,500 personas, se conocen 7,000 enfermedades raras que, en su conjunto, padecen unos 30 millones de europeos. Casi el 80% de estas enfermedades son de origen genético. Dado que, de los 25,000 genes del genoma humano, el 2% (500 genes) codifican proteínas para la síntesis, modificación y destrucción de las cadenas de azúcares en proteínas y lípidos, no es extraño que numerosas enfermedades raras procedan de fallos en la formación o destrucción de tales cadenas. Diversas enzimas de los lisosomas se encargan de la destrucción, pero si falla alguna enzima aparece alguna de las 45 enfermedades raras por acumulación de glicoproteínas o glicolípidos en los lisosomas. Para combatirlas, se prueban tres estrategias. La terapia de sustitución intenta reemplazar la proteína defectuosa por otra funcional, vía inyección intravenosa semanal. Así se ha conseguido atenuar los graves efectos de las enfermedades de Gaucher, Fabry, Pompe, y otras en órganos internos, pero la terapia no mejora las anomalías del sistema nervioso central (la proteína funcional no atraviesa la barrera sangre-cerebro). La segunda alternativa consiste en reducir la sustancia que se acumula en el lisosoma, vía inhibición de su síntesis, hasta un nivel tal que la escasa actividad de la proteína defectuosa sea suficiente para impedir que la sustancia se acumule. La inhibición de la enzima glucosil-ceramida sintasa evita la producción de glucolípidos y mejora la enfermedad de Gaucher. Las pruebas contra la enfermedad de Tay-Sachs están en marcha. Con la tercera estrategia se pretende forzar el plegamiento y aumentar la estabilidad de la enzima defectuosa mediante chaperonas farmacológicas. La idea es conseguir que la enzima anormal llegue al lisosoma y desarrolle ahí su actividad, aunque sea menor que la de la enzima normal. La mayoría de las chaperonas identificadas hasta ahora son moléculas análogas a las moléculas naturales, como el Migalastat, un análogo de la galactosa, contra la enfermedad de Fabry (Fase 3), la desoxinojirimicina, un análogo de la glucosa, para la enfermedad de Pompe (Fase 1), y el iminoazúcar isofagomina, aprobado para mejorar la enfermedad de Gaucher. La salud de millones de personas depende del resultado de las investigaciones en curso.

## **Medicina Académica**

Vicente Vicente García, 11 de mayo de 2013

En determinados países desarrollados cuando utilizan el término de “Medicina Académica”, todos saben de qué están hablando. Identifican con precisión las obligaciones que llevan adelante; alta calidad asistencial apoyada en una sólida estructura docente e investigadora en ciencias biosanitarias. La Medicina Académica se desarrolla en departamentos con una trayectoria de años que están muy lejos de la improvisación, y tienen unas reglas de funcionamiento claras y muy bien definidas. En esas estructuras juega un papel muy relevante las figuras de los “mentores”, en definitiva, los “maestros” o responsables de generaciones de profesionales que pasan por estos centros.

Si en nuestro entornouviésemos que definir el término, nos encontraríamos en bastantes casos con desconocimiento de su significado, y una buena parte mostraría un abanico de contestaciones muy dispares, y creo que muy distanciadas de su significado real. El motivo es sencillo, no nos hemos preocupado de crear la estructura de una “Medicina Académica”. Para algunos les puede suponer ésta una afirmación cruda, pero hay varios motivos que podemos enumerar: a) Realizar una sólida Medicina Académica exige una medicina asistencial de altura, con una docencia ilusionante y una investigación traslacional competitiva a nivel internacional. ¿Tenemos nuestras instituciones universitarias y sanitarias en esa sintonía? b) Un departamento que realiza “Medicina Académica” debe alimentarse y crecer con coherencia, de acuerdo con lo que se persigue. Nos encontramos de lleno con la ausencia de posibilidad de hacer una carrera coherente en el ámbito académico/sanitario. No hay reglas del juego. ¿Saben los estudiantes de medicina lo que es y qué deben hacer para llevar adelante la opción profesional de una Medicina Académica? c) La Medicina Académica es fruto de continuidad y trabajo constante de años. La improvisación y la falta de continuidad impiden alcanzar ese objetivo. ¿Estamos en un medio adecuado para el desarrollo de esas ideas? d) Los profesionales que queramos implicarnos en este noble objetivo debemos tener muy claro lo exigente que es tener una muy buena formación profesional para hacer la tarea asistencial que tenemos encomendada, hacer de la docencia un arma atractiva para abrir perspectivas a los estudiantes, y formar parte de un grupo multidisciplinario, activo y competitivo de investigación. ¿Tenemos los médicos universitarios, que en teoría somos los que estamos más cerca de realizar estas tareas, la decidida voluntad para desempeñar esa tarea?

Quien lea estas letras que no piense que su autor vive en otro mundo, no, el autor ha vivido en otros mundos y le descorazona que pasen los años y las distancias sean cada vez mayores.

## **De los buenos consejos**

Ángel Ferrández Izquierdo, 25 de mayo de 2013

Una receta que jamás falla y que deberíamos practicar durante toda la vida es la de aprender de quienes han demostrado su sabiduría. Puesto que es fácil averiguar quiénes son, basta reconocer su trabajo, apreciarlo, intentar conocerlo y, si fuera posible, mejorarlo. Ya sé que estoy proponiendo una dura tarea, pero hablo simplemente de cómo se crea nuevo conocimiento, de cómo se genera el progreso.

Mi sabio de hace mucho tiempo, y que hoy traigo a esta ventana, es D. Santiago Ramón y Cajal, ciertamente alejado de mis inquietudes matemáticas, pero modelo donde los haya, cuya obra “Reglas y consejos sobre la investigación científica”, subtítulo “Los tónicos de la voluntad”, debería ser el libro de cabecera de cualquier principiante o iniciado en el apasionante mundo de la ciencia. La primera edición prologada por Severo Ochoa, es de 1941 y sigue tan viva hoy que en 2005 apareció la decimoctava.

Ya en sus comienzos señala D. Santiago: “Otro de los vicios del pensamiento que importa combatir a todo trance es la falsa distinción en ciencia teórica y práctica, con la consiguiente alabanza de la última y el desprecio sistemático de la primera. Y este error se propala inconscientemente entre la juventud, desviándola de toda labor de inquisición desinteresada. No son, ciertamente, las gentes del oficio, las que incurren en semejante falta de apreciación, sino muchos abogados, literatos, industriales y, desgraciadamente, hasta algunos estadistas conspicuos, cuyas iniciativas de tan graves consecuencias pueden ser para la obra de la cultura patria”.

D. José Echegaray, en la sesión de 1 de marzo de 1910 de la Academia de Ciencias, dejaba escrito: “La ciencia pura es como la soberbia nube de oro y grana que se dilata en Occidente, entre destellos de luz y matices maravillosos: no es ilusión, es resplandor, la hermosura de la verdad. Pero una nube se eleva, el viento la arrastra sobre los campos y ya toma tintas más oscuras y más severas, es que va a la faena y cambia sus trajes de fiesta, digámoslo así, por la blusa de trabajo. Y entonces se condensa en lluvia, y riega las tierras, y se afana en el terruño, y prepara la futura cosecha, y al fin dan los hombres el pan nuestro de cada día. Lo que empezó por hermosura para el alma y para la inteligencia, concluye por ser alimento para la pobre vida corporal”.

Y después de cien años, la Ciencia ha sido enjaulada por la economía. No tenemos remedio.

## ***Sin halos coloreados***

Pablo Artal Soriano, 1 de junio de 2013

Los científicos nos enfrentamos a problemas que intentamos resolver utilizando las herramientas de que disponemos. Aunque las soluciones más sencillas suelen ser las mejores, es normal enredarse en buscar las más complicadas. Por el contrario, la naturaleza es una fuente extraordinaria de soluciones sencillas a problemas muy complicados. Les voy a poner un ejemplo que ocurre en nuestros propios ojos.

Las lentes desvían la luz de cada color de manera diferente. Esto significa que las imágenes de objetos blancos, que contienen todos los colores, no se enfocan de manera nítida, sino que forman unos halos coloreados en los bordes. Los científicos solucionaron hace siglos este problema construyendo lentes compuestas por dos vidrios diferentes que enfocan todos los colores juntos sin producir los efectos de los halos de colores. El ojo tiene dos lentes, la córnea y el cristalino, que forman las imágenes del mundo en nuestra retina iniciando el proceso de la visión. Como ambas son lentes simples y de materiales similares, cuando el color rojo está bien enfocado en la retina, el azul está emborronado por casi 2 dioptrías de desenfoque. Esta es una cantidad nada desdeñable, como bien se harán idea los lectores que lleven gafas de esa magnitud. Sin embargo, y a pesar de esto, percibimos los colores sin halos, así que la naturaleza ha encontrado una solución a ese problema diferente a un cristalino como lente compuesta. De esa forma se hubiera solucionado el problema de los halos, pero al tener un cristalino más grueso, su deformación para enfocar objetos a distintas distancias hubiera sido más difícil, así que quizás todos seríamos présbitas aún de jóvenes.

La solución en el ojo es más simple, y a la vez más sofisticada, se filtra parte de la luz azul que es la que llega más desenfocada a la retina. Para ello el propio cristalino está ligeramente tintado de amarillo y existe un pigmento absorbente en la retina. Además, mientras que la luz amarilla-verde es muy eficiente para la visión, las luces más extremas en el espectro visible, azul y rojo, lo son mucho menos. De esta manera, los colores que las lentes simples del ojo emborronan más son justamente los que menos contribuyen a nuestra visión. En lugar de soluciones drásticas, complicadas y costosas, se introducen mecanismos de compensación que reducen los efectos negativos con el menor coste y sin crear otros problemas. Sin duda, la naturaleza, y en este caso nosotros mismos, podemos ser una fuente de inspiración.

## **Tiempo de selectividad**

Alberto Tárraga Tomás, 8 de junio de 2013

Como ya es tradicional en estas fechas, los estudiantes se convierten en noticia en todos los medios de comunicación, siendo habitual que, incluso en los telediarios de todas las cadenas de televisión, se haga amplia referencia al nerviosismo imperante entre la población estudiantil y sus familias, a consecuencia de estos exámenes que les permiten el acceso a los estudios universitarios.

Siendo sincero, nunca he entendido este nerviosismo frente a unos exámenes cuyo índice de aprobados supera con creces el 95% y que, según mi opinión personal, el único objetivo que consiguen es, más que evaluar conocimientos, “clasificar” a los alumnos para que puedan acceder, o no, a los estudios elegidos a priori.

Considerando ese elevado índice de aprobados, es obvio que el acceso a la Universidad está al alcance de cualquier estudiante. Sin embargo, la gran frustración la sufren precisamente, los mejores. Aquellos que habiendo trabajado duramente a lo largo del Bachillerato para conseguir una nota media que les permitiese optar a “su carrera”, se encuentran con que las notas conseguidas en los exámenes de selectividad, disminuyen esa calificación y, por consiguiente, o bien acaban con la ilusión de ser un determinado tipo de profesional o les obliga a “peregrinar” hasta encontrar una universidad que les permita cumplir con ese objetivo.

Lo que me resulta difícil de comprender es ese elevadísimo índice de aprobados puesto que si en el ranking sobre conocimientos básicos, realizado entre los estudiantes europeos de nuestro entorno, lo españoles están a la cola (informe PISA), ¿cuál es entonces el nivel de conocimientos exigido en la Universidad española para que más del 95% de esos estudiantes superen esas pruebas? Creo que esta es una cuestión básica a analizar por nuestras autoridades académicas, si es que el objetivo es conseguir estudiantes con niveles de formación, responsabilidad, capacidad de trabajo y esfuerzo que les permitan alcanzar con éxito las capacidades para las que les facultará su titulación.

¿Conseguirá esto la nueva ley de educación? Está por ver. Pero si no es así, continuaremos llenando nuestras aulas con un amplio porcentaje de alumnos con bajo nivel académico, que no asisten a clase, no se presentan a los exámenes, necesitan cada vez más convocatorias (ordinarias, extraordinarias, de gracia, aprobados por “compensación”, etc.) pero que, a base de años, terminan sus estudios, aunque con una formación, según mi opinión, más que cuestionable, y a ¡qué precio!

## **Anecdotario docente I**

Mariano Gacto Fernández, 15 de junio de 2013

La serie Antología del Disparate, que fue publicada por profesores de Enseñanza Media, es un compendio de desatinadas respuestas a preguntas planteadas en exámenes. Hace tiempo, sin embargo, que el disparate llegó también a la Universidad. Todo profesor universitario, a lo largo de su trayectoria, ha sido testigo de algún chiste ocasional surgido en los exámenes o de situaciones análogas a secuencias cinematográficas de humor. Por limitaciones de espacio solo referiré algún caso puntual representativo de mi propia experiencia en Microbiología.

En una ocasión, durante un examen oral, se preguntó a una alumna dónde podría encontrar en la naturaleza a la bacteria *Escherichia coli* (coli, se refiere al colon intestinal). Con cierto rubor indicó que...en el culo o ano. Ante la perplejidad del examinador se le pidió que aclarara más la cuestión y entonces indicó de modo decidido que el nombre de la especie derivaba precisamente de su lugar de origen. Tras el desconcierto inicial provocado por su escatológica respuesta, se logró aclarar finalmente el origen del equívoco. La alumna había estudiado la asignatura en apuntes manuscritos prestados por otro alumno. Al parecer, el autor de los apuntes no cerraba muy bien la vocal “o” en su escritura y la usuaria transformó inopinadamente en “u” la primera vocal del nombre de la especie, trasladando así el hábitat normal de esta bacteria desde el colon a la porción terminal del recto. Este caso ejemplifica el inconveniente de estudiar por apuntes de segunda mano sin abrir ninguno de los textos recomendados.

Otras veces, por si la cosa cuela, se intenta encubrir el desconocimiento real de la materia con excesos u ocurrencias insospechadas. Tal es el caso de quien, ante la pregunta de desarrollar por escrito un tema de libre elección —en vez de admitir su total ignorancia de la asignatura— se inventó minúsculas bacterias inexistentes a las que bautizó con el curioso nombre de “gononos”, adjudicándoles propiedades insólitas. O como quien, preguntado sobre el concepto de bacteriófagos (virus específicos que atacan bacterias) respondió “animal de gran tamaño especializado en comer bacterias”, revelando así que, aunque sus conocimientos biológicos dejaban mucho que desear, su dominio de la etimología resultaba admirable. Otros en cambio hablan de “salampión”, “tiricia” y términos similares. Afortunadamente, sin embargo, la mayoría de los alumnos muestra aún más luces que sombras, y la docencia es todavía una actividad profesional gratificante además de ocasionalmente humorística.

## **Anecdotario docente II**

Mariano Gacto Fernández, 22 de junio de 2013

Uno de los mayores disparates leídos en evaluaciones de pruebas de acceso a la Universidad es la antológica respuesta a una pregunta sobre la estructura de la membrana plasmática celular: “la membrana consta de un núcleo llamado nucleótido”. Hay que agradecer su concisión, pero no se pueden decir más disparates con menos palabras. Otros ejercicios presentan perlas académicas análogas. Por ejemplo, a la pregunta sobre la composición y función del ADN, alguien escribió con toda naturalidad (y la correspondiente falta de ortografía): “está formado por varios microorganismos que se localizan en la sangre como una cadena y su función es para saver si estás jodío [sic]”. Resulta difícil adivinar lo que el alumno intentaba expresar con esas palabras, pero quizás aludiera a alguna prueba genética. Para otros el concepto de virus resulta enigmático pues “un virus es cualquier organismo que infecta una célula manteniéndose en su interior, pudiendo dar la cara más adelante”. Los virus no tienen organización celular y por tanto no son organismos, pero según la respuesta lo que parece más destacable de ellos es algo que puede o no suceder más adelante, sin que sepamos saberse a ciencia cierta qué esperar, ni cuándo.

La diferencia entre la vacunación (suministro de antígenos) y la sueroterapia (suministro de anticuerpos) parece ser particularmente difícil para muchos que, sin embargo, no dudan en aludir a equivocados conceptos populares. Dos ejemplos: “la vacunación está compuesta por medicación y la sueroterapia por sales con agua”, o bien, “la vacunación no depende de una máquina ni estás conectada a nada en cambio la sueroterapia sí”. Otras sustanciosas definiciones incluyen: “la sueroterapia es un método que se realiza en hospitales cuando estás enfermo y estás en el hospital largo tiempo, te ponen el suero, que te lo ponen mediante vía ultravenosa [sic], ese suero contiene el alimento para no morirse”. Aunque las hay más concluyentes: “la sueroterapia consiste en tratar al paciente que viene aquejado por una enfermedad infecciosa mediante la sueroterapia”. Por otra parte, como si se tratara de una técnica de lavado, hay quien piensa que la eficacia de la sueroterapia consiste en que “a través de suero inyectado en nuestro organismo el virus es arrastrado hasta expulsarlo”.

Si estos aspirantes entran en la Universidad para cursar estudios sanitarios, mucho debe mejorar la formación durante su estancia en dicha institución para no causar futura preocupación en consultas médicas o en servicios asistenciales.

## ***Estudios científicos o informes técnicos***

Angel Pérez-Ruzafa, 29 de junio de 2013

La sociedad reclama soluciones a los problemas ambientales. Las empresas y administraciones deben someter sus proyectos a estudios de impacto ambiental y las directivas europeas nos exigen valorar la calidad y el estatus ecológico de nuestros ecosistemas. Frecuentemente, a los grupos de investigación se les considera poco adecuados para realizar tales trabajos, bajo la premisa de que sus investigadores sólo están interesados en publicar en revistas o hacer tesis doctorales, cuando lo que necesitan las administraciones públicas son estudios técnicos y aplicados a problemas concretos. Con frecuencia aceptamos este hecho con resignación y se asume que las consultorías y empresas de estudios ambientales son quienes deben ocuparse de dichos problemas ya que no requieren hacer ciencia. Lo cierto es que la dicotomía estudio científico versus informe técnico es una falacia. Evaluar un impacto ambiental consiste, en última instancia, en responder a una pregunta: ¿se ha producido un deterioro significativo de un ecosistema como consecuencia de una determinada actuación humana?

Esta pregunta requiere una respuesta clara. Si el daño existe, habrá que cuantificarlo, valorar sus consecuencias, introducir medidas correctoras regeneración y aplicar las sanciones correspondientes. En este proceso no puede haber ambigüedad porque ni podemos asumir daños ambientales que afecten a nuestra salud o hipotequen el futuro de todos, incluyendo los costos económicos que suelen acarrear, por el beneficio de unos pocos, ni podemos perder innecesariamente puestos de trabajo y riqueza.

La especie humana tiene una gran capacidad para buscar respuestas. Básicamente contamos con dos aproximaciones, la filosofía, apoyada en la lógica, y la ciencia, mediante la aplicación del método científico. El objetivo de la ciencia es, precisamente, responder preguntas con el menor margen de error posible, evitando la especulación. De modo que para saber si una determinada actuación produce un impacto ambiental o no, no hay otro camino que hacer ciencia, seleccionando las variables relevantes que hay que medir para valorar la salud del ecosistema y diseñando la toma y análisis de datos que permitan diferenciar la variabilidad natural, de las alteraciones antrópicas.

Lamentablemente, al descartar la aproximación científica porque “lo que se requiere es un informe técnico”, los estudios se limitan a cumplir un pliego de prescripciones técnicas, sin plantearse la validez del trabajo. Como consecuencia, la administración toma decisiones erróneas, los datos generados son inútiles y el dinero invertido no sirve ni para aumentar el conocimiento y mejorar nuestra capacidad de tomar decisiones. La dicotomía no es estudios científicos o informes técnicos, sino si se responde a las preguntas o quedan sin responder.

## ***La magia de ver por los lados***

Pablo Artal Soriano, 6 de julio de 2013

Si reflexionan por un momento sobre su capacidad de ver el mundo que les rodea concluirán que disponen de un sistema visual maravilloso. Si les preguntaran que es lo que más valoran de su visión, es muy probable que la respuesta sea la capacidad de ver detalles. De hecho, la forma más habitual de evaluar la calidad de la visión consiste en medir la agudeza visual, que no es más que una indicación de los trazos más pequeños que se pueden leer.

Sin embargo, para ver los detalles más finos sólo usamos una parte muy pequeña de la retina, llamada fovea. El resto del campo visual, lo que constituye la visión periférica, aunque no nos permite ver detalles, juega un papel fundamental. Cuando detectamos algún objeto que requiera nuestro interés por los lados, rápidamente colocamos la fovea sobre él mismo para identificarlo correctamente. Los movimientos oculares hacen una especie de “barrido” continuo de las escenas. Pero sin la presencia de toda la información periférica, nuestra visión estaría seriamente limitada.

Para notar esto por ustedes mismos, les animo a realizar un experimento muy sencillo. Construyan un tubito con una hoja de papel y mirando a través del mismo paseen por una habitación intentando hacer las tareas normales (mejor con un solo ojo, cerrando el otro). En pocos segundos se darán cuenta de la tremenda importancia de su visión periférica y no querrán hacer el experimento bajando unas escaleras. Como con muchas otras cosas en la vida, la importancia de nuestra visión lateral probablemente sólo la apreciaríamos si por alguna desafortunada causa la perdiéramos.

Además de ser fundamental para todas las actividades de orientación, la visión lateral tiene curiosas peculiaridades. Un fenómeno poco conocido es la incapacidad de reconocer objetos grandes en la periferia visual cuando estos se encuentran rodeados por otros. Un objeto que distinguimos correctamente cuando está aislado, se vuelve invisible cuando se rodea de otros objetos similares. Pueden tratar de hacer otro experimento colocando sus dedos lateralmente mientras miran de frente. Si ponen un solo dedo lo distinguirán bien, pero si ponen 3 o 4 no serán capaces de contarlos. Este fenómeno perceptual puede causar malas pasadas a los artistas plásticos. Un cuadro construido para ser visto centralmente, puede perder, o ganar, cuando se observa periféricamente. Y una escena de teatro o ballet gustará más o menos dependiendo de cómo sea percibida lateralmente por el público. Entender mejor cómo funciona la visión periférica nos ayudará a disfrutar la magia de ver por los lados.

## **Residuos orgánicos: una oportunidad**

Carlos García Izquierdo, 13 de julio de 2013

La evolución de la sociedad ha llegado a un modelo de vida basado en un constante incremento del consumo, cuya consecuencia inmediata es hacer frente a una serie de residuos derivados de su propio comportamiento que ponen en entredicho la continuidad de dicho modelo. Los residuos constituyen un elemento básico de nuestra sociedad al que no podemos, por ahora, renunciar; y aunque no debemos ser conformistas y hemos de procurar su reducción en lo posible, siendo conscientes de que en la actualidad hay que convivir con ellos. Estamos pues obligados desde una perspectiva social y ambiental a darles la salida más adecuada posible, al ser un constituyente de nuestra propia actividad, asumiendo nuestra responsabilidad. El Programa de Acción de la Unión Europea “Hacia un Desarrollo Sostenible”, estableció la estrategia de gestión de residuos, señalando una jerarquía de opciones de acuerdo al siguiente orden de prioridad: Reducción – Reutilización – Recuperación de materiales – Valorización energética – Eliminación, cuando las anteriores no son posibles.

De entre todos los tipos de residuos que hoy en día se generan, los de origen orgánico (de naturaleza urbana, agrícola o animal) son importantes por su cantidad. Además, se producen diariamente y de forma puntual, lo cual es una particularidad que les hace merecedores de un tratamiento especial entre todo el conjunto de residuos existentes. Su vertido incontrolado originaría un tipo de contaminación que difiere de la generada por emisiones gaseosas o líquidas. Por suerte, la ciencia, y la tecnología que la acompaña, trata de solucionar o mitigar problemas, y ha hecho que muchos de estos residuos sean “valorizables” una vez tratados de forma adecuada: 1) Como enmiendas orgánicas para suelos, constituyendo estrategias para evitar su degradación y desertificación; 2) Como fuente de energía, mediante su biometanización y conversión en metano; 3) Extrayendo de ellos productos con un claro valor añadido (aminoácidos a partir de residuos proteicos como los cárnicos, o antioxidantes a partir de residuos agrarios).

La Unión europea, en su próximo programa de investigación dentro del Horizonte 2020, pone énfasis en la necesidad de generar los conocimientos necesarios para poder ofrecer a nuestros residuos orgánicos la solución ambiental, social y económicamente sostenible que necesitamos como sociedad, obteniendo además la posibilidad de crear riqueza. Pero todo ello de manera sostenible, sin perjudicar a nuestros propios recursos. La coherencia ante todo.

## ***¿Puede un teorema ser útil contra el cáncer?***

Ángel Ferrández Izquierdo, 20 de julio de 2013

Se suele pensar que la investigación matemática se limita a la demostración de teoremas sin aplicación alguna. Esa torpe opinión se ve reforzada en aquellos países con pobre tradición científica y escasa cultura social. Tal corriente se ve habitualmente reforzada por la banal e interesada separación entre matemática pura y aplicada. El investigador matemático, que como tal se precie, jamás caerá en la trampa, pues la matemática es el lenguaje de la naturaleza y cada uno de sus logros, por pequeño que sea, significará un nuevo paso en la explicación de sus misterios.

El Dr. Jean Clairambault, del INRIA (Francia), con la pregunta que da título a esta columna, acaba de publicar sus reflexiones en el “Journal of Mathematical Biology” para mostrar un esclarecedor ejemplo de su quehacer matemático como integrante de un equipo multidisciplinar. Se cuestiona, además, si la matemática es algo más que una simple herramienta que los médicos pueden emplear para entender y combatir el cáncer desde otro punto de vista más abierto e innovador; o incluso si los médicos son capaces de entender que los matemáticos pueden aportar alguna luz, quizá teórica, pero en todo caso diferente, para tratar las enfermedades humanas. Es más, ¿se sienten los matemáticos realmente comprometidos en la mejora de la salud humana o solo pretenden su propio beneficio con publicaciones de alto impacto?

El médico no mira al matemático como un hacedor de teoremas, pues, lógicamente, la naturaleza del fenómeno que se pretende estudiar contiene demasiadas incertidumbres. Pero, con mayor amplitud de miras, y con un objetivo común, le pedirá que optimice el tratamiento elegido en función de unas hipótesis, las cuales pronto informarán de la adecuación de las soluciones. Ello permitirá al matemático establecer modelos para comparar diferentes escenarios que permitan la identificación y tratamiento de otros problemas hasta entonces inimaginados.

La implicación de la matemática en la medicina del cáncer ha logrado su mayor éxito tanto en la predicción del crecimiento tumoral, como en la optimización teórica de los tratamientos de cáncer, o llamada visión intervencionista. La práctica aconseja la definición de un formalismo que ayude a que los matemáticos comprendan mejor los fenómenos que intervienen en el cáncer con el fin de diseñar el modelo más eficiente a la hora de “qué” y “cómo hacer”. La mayoría de los oncólogos son sensibles a este argumento, al menos aquellos que consideran a los matemáticos como posibles contribuyentes a las mejoras terapéuticas.

## **Sana envidia**

Pablo Artal Soriano, 27 de julio de 2013

Por ser la última columna de este curso, me voy a permitir proponerles un simple juego. Consiste en adivinar quien es el personaje que pronunció lo que les transcribo a continuación. Les doy la solución, así que, si quieren jugar, lean sin mirar de reojo el final del texto. Estos son algunos de los extractos aproximadamente literales:

*Las ideas son el motor de nuestra economía. Lo que nos hace diferentes. Cuando invertimos en las ideas antes que nadie, conseguimos que nuestras empresas y trabajadores tengan los mejores productos. No solamente atraemos a los mejores científicos del mundo, sino que continuamente invertimos en su éxito. Ayudamos a sus laboratorios y universidades para que aprendan y exploren. Financiamos sus proyectos de investigación para que puedan convertir sus sueños en realidades.*

*Las inversiones en ciencia no siempre tienen retornos, pero cuando lo hacen cambian nuestras vidas de forma que no podíamos imaginar. Desde los chips al GPS, muchos avances se han desarrollado a partir de inversiones en investigación básica. Incluso a veces, los mejores productos provienen de investigaciones de las que nadie pensaba que tuvieran ninguna aplicación práctica.*

*No podemos predecir cuál será el próximo gran descubrimiento. No sabemos cómo será la vida dentro de 20 años o 100 años. Pero lo que sí sabemos es que, si seguimos invirtiendo en las soluciones más prometedoras para nuestros problemas más difíciles, las cosas mejorarán.*

*No quiero que nuestros hijos y nietos cuando miren hacia atrás piensen que deberíamos haber hecho más para mantenernos a la vanguardia. Quiero que se sientan orgullosos de que nosotros asumimos riesgos y aprovechamos las oportunidades.*

¿Quién pronunció estas palabras? No se trata de un científico, sino del discurso de un político que demuestra una clara visión del papel de la ciencia como palanca para el progreso. Y no les puedo ocultar que siento una sana envidia, pues me gustaría oír lo mismo en boca de nuestros dirigentes. Alguien que piensa y actúa no sólo mirando a las próximas elecciones sino también en lo que ocurrirá dentro de 100 años.

Y la solución... Son palabras del presidente de los Estados Unidos, Barack Obama, pronunciadas el pasado mes de abril en la presentación del proyecto "BRAIN", una iniciativa multimillonaria que pretende desarrollar herramientas para realizar mapas detallados de la actividad cerebral y concebida de alguna manera como si se tratara de una nueva aventura espacial, pero esta vez para mirar dentro de nosotros mismos. Lo dicho, sana envidia.

## **Matemática del universo y la vida**

Ángel Ferrández Izquierdo, 7 de septiembre de 2013

Hace un par de meses, dos nuevos experimentos del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN han mostrado uno de los procesos más improbables en física: sólo unos pocos mesones Bs (léase 'B sub s'), por cada billón, se desintegran produciendo cada uno un par de muones, los cuales son muy parecidos a los electrones, pero más pesados que ellos. El descubrimiento ha ocurrido tal como predecía el Modelo Estándar, teoría que se desarrolló en el último medio siglo para explicar los 'ladrillos básicos' que componen la materia, cómo surgió y ha evolucionado.

El Universo conocido parece casi domesticado, o al menos responde a una teoría matemática que hasta hoy resiste cualquier envite. El Nobel Eugene Wigner, en su archifamoso artículo La inconcebible efectividad de la matemática en las ciencias naturales afirmaba que "El milagro de la adecuación del lenguaje de las matemáticas para la formulación de las leyes de la física es un regalo maravilloso que ni entendemos ni merecemos. Debemos estar agradecidos por ello y espero que seguirá siendo válido en la investigación futura y que se extenderá, para bien o para mal, para nuestro gusto, aunque quizás también para nuestro desconcierto, a amplias ramas del saber".

Pero hay mucho más: entender la vida es el mayor reto científico del siglo XXI. Según el gran matemático Marcel Berger: "Los modelos geométricos actuales, aun siendo muy numerosos, no son capaces de responder a varias cuestiones esenciales. Por ejemplo, entre todas las posibles configuraciones de un organismo vivo, ¿cómo describir su evolución temporal?". El afamado matemático ruso I. M. Gelfand, muy interesado por la biología, y parafraseando a Wigner, escribía: "Si resulta inconcebible la eficacia de las matemáticas en la física, es igualmente inconcebible su ineficacia en la biología".

Geometrizarse la física es más fácil que hacerlo con la biología. Ya René Thom advertía que "La construcción de un modelo abstracto, puramente geométrico, de la morfogénesis, independiente del sustrato de las formas y de la naturaleza de las fuerzas que las crean, puede parecer difícil de creer, especialmente para los veteranos experimentalistas acostumbrados a trabajar con la materia viva y siempre luchando con una realidad difícil de alcanzar". Una geometrización de la naturaleza, basada en las formas y en cómo ellas han ido apareciendo de manera natural, es decir, una teoría geométrica de la morfogénesis, es un descomunal reto, pero al mismo tiempo necesario para el progreso de la ciencia.

## ***Ciencia y desigualdad***

Pablo Artal Soriano, 14 de septiembre de 2013

En estas columnas han podido leer a menudo nuestros alegatos por una mayor inversión en actividades de investigación como un medio de mantener y mejorar los niveles de bienestar. Hemos advertidos de los riesgos de no tener un tejido científico adecuado, ser un país dependiente y poco competitivo. Por otro lado, en estos años de recesión el debate de la priorización de los fondos públicos disponibles se ha acentuado por razones obvias. Hemos oído, o pensado, preguntas como: ¿Hasta qué punto están justificados gastos elevados en investigación cuando podrían directamente dedicarse a aliviar a los sectores más desfavorecidos?; o ¿debemos gastar millones en un centro de investigación gastronómica (por ejemplo) cuando parece que hay chiquillos que sólo comen cuando están en la escuela?

Estas disquisiciones siempre me han parecido más bien demagógicas y mal planteadas. Creo que sólo invirtiendo en ciencia y tecnología (correctamente, claro) podremos ser competitivos y aumentar la riqueza del país y, al menos esperablemente, reducir los niveles de pobreza.

Pero mis convicciones en este asunto se han tambaleado en una realidad más extrema que la nuestra. La semana pasada asistí a un congreso en la bella ciudad del Cabo en Suráfrica. Un país de más de 50 millones de personas donde la desigualdad social es extrema. En el que convive un sector de la población con estándares de calidad de vida excelente con millones en unas condiciones de pobreza evidente, ciertamente aumentada por el contraste. Las conferencias tuvieron lugar en unos edificios con infraestructuras excelentes y mis colegas surafricanos presentaron una ciencia de nivel mundial y planes ambiciosos (y extremadamente caros), como el gran telescopio surafricano. Y claro allí, las preguntas anteriores me parecían tomar otra dimensión. Sin duda, el interés de los científicos surafricanos es aumentar la inversión en investigación (ahora del 0.8% de su producto interior bruto) para hacer más competitiva su economía. Nada que objetar, por supuesto. La gran duda es si en una situación tan extrema de desigualdad social ese es el camino más óptimo. O si simplemente es una vía para incidir aún más en las diferencias.

A nivel mundial, los datos muestran que la pobreza (todavía abrumadora) va reduciéndose, pero no así los niveles de desigualdad. Es ciertamente un debate abierto si las políticas científicas actuales sirven fundamentalmente para mantener privilegios de las élites (personales o nacionales) o es la mejor herramienta (la única, junto a la educación) para mejorar la calidad de vida de todos.

## ***Plantas para proteger***

Juan Guerra Montes, 21 de septiembre de 2013

La conservación de las poblaciones de plantas amenazadas o en peligro de extinción es una de las más relevantes líneas de investigación en biología vegetal. El extraordinario volumen de publicaciones sobre este paradigma científico ha sido posible gracias a la actividad de numerosos grupos de investigación que ha provocado un espectacular avance en este campo de la Botánica.

Este proceso científico comenzó en España en los años setenta del pasado siglo, con la puesta en marcha de un Libro Rojo de las especies vegetales amenazadas en la Península Ibérica y ha tenido culminación recientemente con la publicación de varios volúmenes del “Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España”, así como del “Atlas y Libro Rojo de los Briófitos Amenazados”. Para llegar a estas obras monumentales han sido necesarios numerosos y diversos proyectos de investigación y un esfuerzo humano inconmensurable para recorrer concienzudamente la geografía española, desde el nivel del mar a las más altas montañas, donde en general se encuentra el grueso de la flora amenazada, además de procesar todo este conocimiento para divulgarlo entre los no expertos en este campo científico. El siguiente desafío al que se enfrentaron los investigadores fue —sin duda— convencer a las distintas administraciones de la importancia de conservar la riqueza y el acervo genético de la flora ibérica y en especial de las especies en peligro de extinción, poniendo las bases científicas de la política de conservación de territorios con alta densidad de especies amenazadas. Finalmente, se están desarrollando, en estos momentos, proyectos científicos que vienen a aclarar aspectos reproductores, genéticos, evolutivos y de dinámica de poblaciones de plantas en situación crítica de conservación, lo que permitirá una gestión adecuada de las mismas y garantizar su mantenimiento in situ.

El extraordinario volumen de científicos e instituciones que dedican su actividad a esta ciencia, han conformado la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, que este año, durante el mes de octubre, celebra en Murcia su sexto congreso. A pesar de encontrarnos en una época donde la ciencia y sus actividades usuales apenas encuentran apoyo de la Administración —de todos los niveles— la Universidad de Murcia ha realizado, a través del grupo de investigación “Biología, Ecología y Evolución de Briófitos y Espermatófitos” un considerable esfuerzo para que el evento sea posible. Esperamos más de 200 científicos de todo el mundo y la participación ciudadana a la que todos están invitados. Para más información: <http://www.congresosebicopmurcia.es>.

## ***Investigando con Europa: agricultura y bioeconomía***

Carlos García Izquierdo, 28 de septiembre de 2013

Los investigadores que desarrollamos investigación científica en nuestra Región (y país), sea en el ámbito de Ciencias Agrarias (como quien escribe) o en cualquier otro ámbito del conocimiento, sabemos del sabor amargo de los recortes económicos. Volver a mencionar lo negativo que supone para la investigación dichos recortes es innecesario; me gustaría por el contrario plantear nuevas posibilidades que llegan desde Europa para investigar, tanto en agricultura como en otras disciplinas. Aun admitiendo las dificultades de acudir a Europa buscando financiación (competitividad elevada o complejidad para la gestión, son dos ejemplos de dicha dificultad), el Horizonte 2020 europeo nos brinda oportunidades en investigación que debemos aprovechar. Así, hay instrumentos a desarrollar por las Comunidades Autónomas y que reportarán fondos para emprendedores y, por ende, para nuestra I+D; como ejemplo citaré el RIS3 (Estrategia de Investigación Inteligente) que pronto se pondrá en marcha. Pero aún más interesantes son las oportunidades dentro del VIII Programa Marco, y que posiblemente suponga más del doble de financiación que el anterior Programa. Se empiezan a conocer las futuras convocatorias para la investigación en agricultura, proponiendo una serie de “tópicos financiables” donde se incluye el binomio “Agricultura y Bioeconomía”. Se fomenta una investigación que suponga un apoyo a los pilares económicos de la sociedad, poniendo en valor la conservación de sus recursos. Se abre pues la posibilidad de financiar proyectos que generen conocimiento sobre sistemas de producción sostenible de alimentos, integrando desde investigación sobre el manejo del suelo y los efectos en su funcionalidad y biodiversidad, hasta aquella que contempla el mantenimiento y mejora de nuestros recursos genéticos, o la investigación que nos permitirá conseguir nuevas variedades de plantas capaces de sobrevivir en condiciones ambientales difíciles, soportando sequía, plagas y enfermedades. Todo ello hará que la agricultura contribuya al desarrollo económico (BIOECONOMIA), entre otros de nuestra Región y nuestro país. Aspectos novedosos dentro de los nuevos tópicos financiables es la investigación que se propone para “Green Factories” (Factorías Verdes): plantas como productoras de materias primas diferentes al alimento: proteínas, biomasa, otros compuestos de valor añadido...). Todas estas convocatorias nos marcan el camino para la investigación del futuro. Además, hay que señalar que, o mucho cambia nuestra política en investigación a nivel regional y nacional, o ir a Europa para investigar no será sólo un atractivo (visibilidad, financiación, internacionalización), sino una necesidad para mantener grandes grupos de investigación.

## **Libros de texto**

Miguel Ortuño Ortín, 5 de octubre de 2013

La cuesta de septiembre se ha hecho más pronunciada para las familias con hijos en edad escolar que la de enero. A ello contribuyen de forma decisiva los libros de texto. Creo que es injustificado el gasto que han de soportar las familias en este apartado. A pesar de la auténtica ingeniería que se ha ido desarrollando en el intercambio de libros, es casi inevitable un gasto de casi trescientos euros por alumno. La inversión que hay que hacer en un hijo menor no es sensiblemente inferior a la que hay que hacer en el mayor. Al menos si se llevan tres años de diferencia.

Se supone que las editoriales no pueden cambiar de libro antes de tres años. No sé quién comprueba esta norma, pero lo que sí parece claro es que no tardan más de tres años en cambiarlos. Volviendo al ejemplo de dos hermanos que se lleven tres años de diferencia, resulta que en media la tercera parte de los libros ha cambiado cada año. Esto suponiendo que los profesores mantienen los mismos libros. Es decir, que el cambio sistemático de libros cada tres años, supone un gasto innecesario de unos 100 euros al año. Si multiplicamos este dato por el número de familias con más de un hijo en edad escolar, que supera con creces el millón, es fácil estimar que las editoriales nos están forzando a un gasto de unos 100 millones de euros anuales.

Existe otro “truco” igual de dañino o más que el anterior: muchos libros están diseñados para que se escriba en ellos, de forma que su reutilización es muy complicada.

Por último, el precio de los libros es desorbitado. En Francia, con un sistema educativo similar al nuestro, los libros valen un tercio menos que aquí. Eso a pesar de su mayor nivel adquisitivo. Quizás, parte de ese alto precio se debe a los múltiples complementos que contienen los libros y que, en mi opinión de no pedagogo, creo inútiles en su mayoría. Los alumnos ni saben que existen. Se les hacen invisibles en el momento en que el profesor les dice que no entran para el examen.

La solución es complicada. Espero que alguna de las iniciativas particulares que van surgiendo adquiera la fuerza suficiente para poder hablar en pie de igualdad con las editoriales. Creo que a la larga ayudará también el que los profesores (y los padres) discriminen positivamente a las editoriales que menos artimañas utilicen.

## ***El sexo de los Nobel***

Pablo Artal Soriano, 12 de octubre de 2013

Respecto al título de esta columna, les explico que estoy comprobando si es cierto que incluir en el título la palabra “sexo” multiplica la audiencia. Aunque el uso aquí de la palabra es en la acepción que refiere al conjunto de seres pertenecientes a un mismo sexo, masculino o femenino. Y viene a cuento porque en esta semana se han desvelado los premios Nobel de este año. Además de Peter Higgs, famoso ya anteriormente por su “bosón”, otros siete científicos han sido premiados con tan deseado galardón.

En total ocho científicos todos de sexo masculino. Que ninguna mujer haya sido premiada no es sorprendente porque tan solo 14 lo han recibido en la historia en las áreas científicas. El número asciende a 44 en todas las modalidades, incluyendo el del jueves de literatura a la escritora canadiense Alice Munro. Pero, por supuesto, aquí me refiero a los más de 600 nobeles científicos.

La presencia de la mujer en la ciencia actual es mucho más importante que lo que indica estos datos. Una razón es que la edad media de los galardonados supera los 60 años por lo que de alguna manera el Nobel premia a lo que se ha hecho hace tiempo. Un caso, quizás extremo, es el del propio Higgs a quien se le premia por su trabajo de hace 50 años. Y la presencia de mujeres en la ciencia ha ido creciendo de manera gradual. Es por tanto esperable que la tendencia vaya cambiando en las próximas décadas.

Una cuestión todavía abierta es saber si la ciencia y la tecnología siguen siendo hoy unos reductos masculinos. Si existe algún tipo de discriminación que impide a chicas brillantes abrirse paso en ese mundo. Mi impresión personal es que en general no es así. Aunque bien es cierto que, como en todas las profesiones que demandan una dedicación muy alta, las decisiones personales y familiares todavía favorecen a los hombres.

Pero debo decirles que he pensado que quizás mi visión no sea totalmente correcta al saber de un estudio reciente que ha mostrado que los científicos sénior en las mejores universidades americanas tienden a contratar en sus departamentos a jóvenes científicos hombres frente a mujeres, teniendo ambos candidatos imaginarios un idéntico currículum. Por cierto, esa tendencia era la misma si las que contrataban eran mujeres.

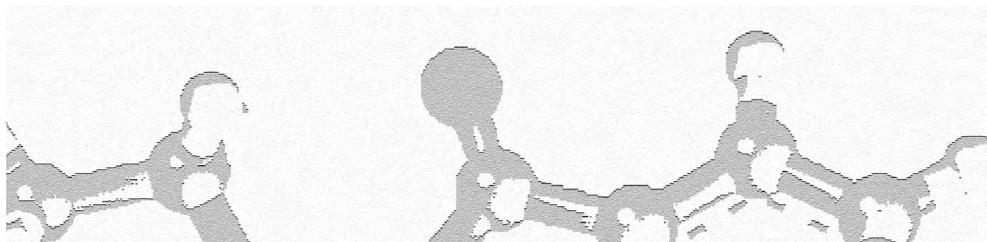
A pesar de esta mala noticia, estoy convencido de que el progreso de la ciencia en el inmediato futuro vendrá cada vez más de la mano de mujeres y esto a más largo plazo también cambiará el sexo de los Nobel.

## ***¿Qué busca la química?***

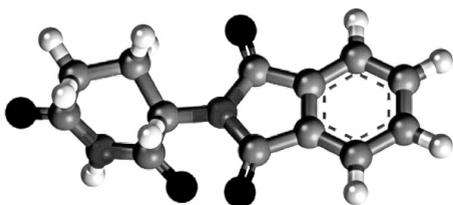
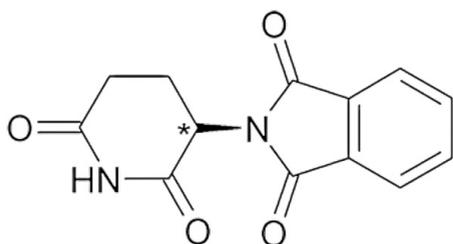
Alberto Requena Rodríguez, 19 de octubre de 2013

La Real Academia de Ciencias de Suecia ha otorgado el Nobel de Química 2013 al investigador austríaco Martin Karplus (Viena, 1930) (Universidad de Strasburgo/Harvard), el sudafricano Michael Levitt (Pretoria, 1927) (Universidad de Standford) y el israelí Arieh Warshel (Sde-Nahum, Israel, 1940) (Universidad de Southern California), por el desarrollo de modelos multiescala de sistemas químicos complejos. Su mérito es que, ya en los años 70, sentaron las bases de los modelos que se emplean hoy, con el concurso de potentes ordenadores, para estudiar los complejos procesos químicos que conforman la vida real. Sus aportaciones han permitido que podamos estudiar teóricamente, predecir, por tanto, propiedades y dinámicas de los procesos complejos implicados en la vida. La Química Teórica y Computacional vuelve a estar de actualidad y la Química Física, también. Es ésta, una de las áreas más competitivas a nivel mundial, de entre todas las que forman el arco científico español. Los tres científicos son cercanos. Unos días antes de recibir el premio Nobel, y sin saberlo ni él mismo, un investigador de nuestro grupo en la Universidad de Murcia, mantenía un interesante debate en un Congreso europeo, en el que había coincidido con el Profesor Warshel.

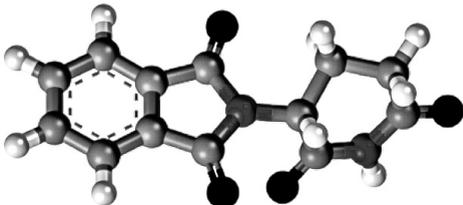
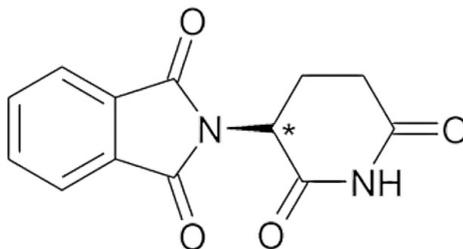
Sirva este fondo para, desde la actualidad de la noticia, aportar algo en la dirección de lo que la Química, como Ciencia quiere desvelar y que forma parte de su genuina identidad. Como apuntó Berthelot en 1860, a diferencia con las otras Ciencias (Física, Biología, Astronomía o Ciencias de la Tierra) la Química crea (sintetiza) sus objetos. No puede haber una Astronomía sintética, con otras leyes de gravedad, que pudieran mejorarla, por ejemplo. La Biología sintética está comenzando a emerger, aunque requiere a la Química con sus técnicas: síntesis de ADN y de proteínas. Desde la petroquímica, hasta la farmacología, pasando por la biotecnología o los chips de computador, encierran química en su intimidad. Los avances en la comprensión de los procesos biológicos de la esencia de la vida, descansan en la comprensión de procesos químicos. Son problemas moleculares. Los procesos de transducción corresponden a procesos químicos, como ciencia de la información molecular. La autoorganización, base de la explicación de la vida plantea interrogantes: ¿Cuál es la base química de la vida, del pensamiento y de la memoria? ¿Cómo comenzó la vida en la Tierra y cómo pudo comenzar en otros mundos?



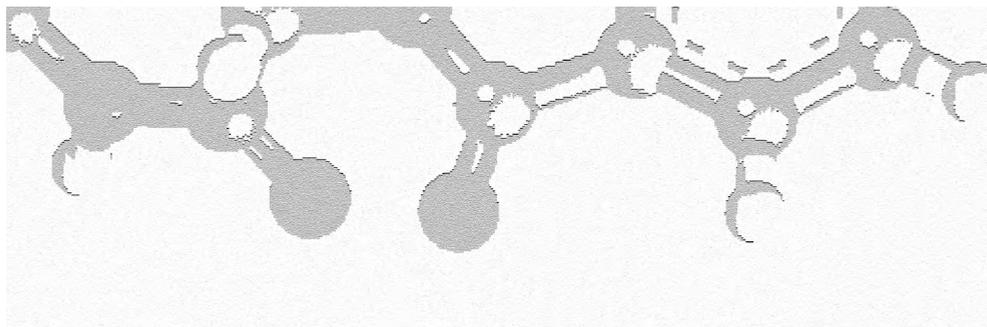
(R)-Talidomida  
sedativo



(S)-Talidomida  
teratogénico



Enantiómeros de la molécula 2-(2,6-dioxopiperidin-3-il) isoindol-1,3-diona (conocida como talidomida)



## **Talidomida**

Alberto Tárraga Tomás, 2 de noviembre de 2013

Hace unas semanas todos los medios de comunicación se hicieron eco del primer juicio celebrado en España contra la empresa Grünenthal tras la demanda presentada por la Asociación de Víctimas de la Talidomida (AVITE), que integra a los afectados por las graves deformaciones congénitas que les produjo este medicamento, como consecuencia de habérselo suministrado a sus madres, durante los primeros meses de gestación, como paliativo de las náuseas asociadas al embarazo.

Curiosamente, a pesar de que su uso fue aprobado en más de 40 países y se estuvo administrando hasta mediados de los 60, en EEUU no se comercializó debido a la oposición de la Dra. Frances O. Kelsey de la agencia americana de alimentos y medicamentos que consideró que los controles realizados, relativos a su actividad y posibles efectos secundarios, no eran suficientes para aprobar su utilización.

Este hecho puso de manifiesto la importancia que la esteroquímica de las moléculas ejerce en su actividad biológica, exigiéndose desde entonces su estricto control antes de su comercialización. Ello ha obligado a las empresas farmacéuticas a desarrollar síntesis enantioselectivas que les permitan preparar un solo enantiómero y no una mezcla racémica (racemato), o bien proceder a la separación del racemato en sus enantiómeros puros, cuando uno de ellos puede presentar efectos indeseables.

Por desgracia, la talidomida se comercializó como racemato pero estudios posteriores demostraron que un enantiómero actuaba provocando efecto sedante, mientras que el otro era el verdadero responsable de los efectos teratogénicos. Este fenómeno puede entenderse asimilando una mezcla racémica a un par de guantes, que guardan entre sí la misma relación que existe entre dos enantiómeros: ambos son imágenes especulares. Sin embargo, mientras que el guante derecho (uno de los enantiómeros) posee unas determinadas propiedades (se ajusta solo a la mano derecha) el izquierdo (el otro enantiómero) tiene propiedades distintas (sólo se ajusta a la mano izquierda).

Si la empresa Grünenthal hubiese realizado a finales de los años 50 los controles farmacológico-toxicológicos exigidos actualmente, relativos a la actividad de ambos enantiómeros de la talidomida (de cada "guante"), esta tragedia se habría podido minimizar, aunque no evitar totalmente, puesto que, posteriormente, se ha demostrado que cada uno de los enantiómeros se puede interconvertir en el otro. A pesar de haber sido retirada del mercado hace más de tres décadas, la talidomida se está usando actualmente, con autorización de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el tratamiento del eritema nudoso leproso y el mieloma múltiple.

## **Química con el ordenador**

José García de la Torre, 9 de noviembre de 2013

¿Se puede hacer Química sin tocar un tubo de ensayo o matraz, sin pisar un laboratorio, sino sentado frente a un ordenador, con complicadas estructuras y gráficas en pantalla, como si no se tratase de un químico sino de un ingeniero aeronáutico o un agente de bolsa? A quienes (incluyendo el que suscribe) comenzamos a hacerlo hace unos cuarenta años, los compañeros nos trataban con recelo, cuando no con frontal rechazo. Quizás actualmente resulte menos extraño, pero todavía lejano a la imagen que se tiene de la Química.

La mecánica cuántica indicaba que se podrían predecir las propiedades de sistemas químicos a partir de los primeros principios cuánticos. Ello conllevaba cálculos que se hicieron con éxito para las moléculas más pequeñas. Cuando los cálculos “a mano” se hicieron inviables, surgió, hacia 1970, una nueva herramienta: el ordenador. Durante unas décadas, la velocidad de los microprocesadores iba en aumento exponencial según la llamada Ley de Moore, y se creyó que llegaríamos a disponer de ordenadores capaces para simular grandes sistemas. Pero no ha sido así. En parte por fallo en el paradigma de Moore, y también por la complejidad de los cálculos cuánticos. Se recurrió a cambiar el enfoque físico, reemplazando la descripción cuántica por otra basada en la física clásica. Esto permitió abordar sistemas químicos de mayor tamaño, pero el estudio de grandes macromoléculas, como las proteínas o el ADN seguía siendo inviable. La molécula de butano tiene 14 átomos; la de hemoglobina, más de 6000. En estos problemas, aumentar 10 veces el tamaño del modelo (átomos en la molécula) puede aumentar 100, o incluso 1000 veces la duración de los cálculos.

En la nota de prensa notificando la concesión del Nobel de Química 2013 a Karplus, Levitt y Warshel, se describe que sentaron las bases para construir modelos y programas de ordenador que son cruciales en los avances de la Química actual. La frase oficial de la concesión es “por el desarrollo de modelos multiescala para sistemas químicos complejos”. El concepto “multiescala” es lo original de sus contribuciones. Consideremos la hemoglobina compuesta por unos 600 aminoácidos, y cada uno de estos por unos 10 átomos. Calculemos primero por física cuántica propiedades de los aminoácidos, y usemos después los resultados en un modelo de mecánica clásica para la hemoglobina compuesto ahora por solamente 600 elementos. A la intuición de descubrir las posibilidades de una nueva herramienta, los premiados añadieron la propuesta de un método para usarla eficazmente, que en nuestro grupo de investigación se viene aplicando hace muchos años.

## **Bacterias amigas**

Cecilio J. Vidal Moreno, 16 de noviembre de 2013

Pese a la abundancia del nitrógeno en el aire, sólo algunos microorganismos (ciertas bacterias y arqueas) pueden aprovecharlo directamente para fabricar los aminoácidos y proteínas que necesitan. Las plantas herbáceas, arbustos y árboles utilizan formas de nitrógeno asimilable: amoníaco, nitrato y nitrito. Ello explica la necesidad de abonar el suelo, para reponer el nitrógeno asimilable, mejorar los cultivos y aumentar las cosechas. En la agricultura global, los fertilizantes químicos aportan el 66% del nitrógeno en el suelo. Durante este siglo, se estima que la producción agrícola tendrá que aumentar el doble para satisfacer las necesidades alimenticias de unos nueve mil millones de personas. El aporte creciente de abonos químicos no es la solución por sus graves inconvenientes en el ámbito ecológico. Así, se sabe que los fertilizantes no absorbidos producen eutrofización en lagos, ríos y costas, un proceso con graves daños para el medio acuático y para los organismos que lo habitan. El exceso de abono ocasiona otro gran problema: el óxido de nitrógeno liberado en los suelos anegados tiene una acción de efecto invernadero 300 veces mayor que el dióxido de carbono. Por todo ello, es imperativo buscar alternativas sostenibles que aumenten las cosechas sin dañar el medio natural.

Si bacterias y arqueas pueden aprovechar directamente el nitrógeno, ahí habrá que buscar la solución. Con el desarrollo de las plantas superiores, hace unos 150-100 millones de años, las leguminosas lograron establecer una relación simbiótica con las bacterias fijadoras de nitrógeno que anidaron en los nódulos de las raíces. En la actualidad hay unas 18,000 especies de leguminosas, casi todas capaces de albergar bacterias del género *Rhizobium*. Además, estos microorganismos también pueden vivir libremente como saprófitos en el suelo. Naturalmente, una estrategia para aumentar las cosechas pasa por desarrollar prácticas agronómicas que optimicen la rotación de cultivos de leguminosas con otros cultivos. Otra alternativa sería aprovechar el conocimiento actual de la genética molecular para manipular las bacterias fijadoras de nitrógeno, de modo que pudieran entrar y propagarse en las plantas no leguminosas. Para ello habrá que lograr que las plantas no leguminosas expresen el conjunto de proteínas que en las leguminosas se encargan de percibir y responder positivamente a las señales específicas que envían las bacterias. El desafío que todo ello representa para la ciencia sólo es comparable a la magnitud del objetivo, alimentar a una población en continuo crecimiento.

## **Ratones drogadictos**

Francisco J. Murillo Araujo, 23 de noviembre de 2013

Deberíamos conceder al ratón la distinción de mejor amigo del hombre, al menos *“ex equo”* con el perro. Como comparte con nosotros casi todos sus genes y hemos aprendido a alterar a voluntad cualquiera de esos genes (ratones *“knockout”*), hace tiempo que podemos generar animales afectados de cualquier enfermedad humana de origen genético y usarlos para profundizar en las razones moleculares de dicha enfermedad o para probar posibles terapias químicas o genéticas. Recientemente se están utilizando también para comprobar si el fallo de algún gen humano predispone para desordenes psiquiátricos o de comportamiento.

Estudios previos apuntaban que la especial vulnerabilidad de algunas personas a ciertas drogas, como la cocaína, sería de origen genético y se debería, en particular, a defectos en genes responsables de los receptores neuronales para la dopamina (un compuesto encargado, entre otras labores fisiológicas, de las sensaciones de gozo o placer asociadas a estímulos como el sexo o la propia cocaína). En efecto, los ratones *“knockout”* para algunos de los genes citados, una vez *“introducidos a la cocaína”*, se hacen adictos a la droga con mayor frecuencia e intensidad que los ratones normales. Ello apunta a un futuro próximo en que puedan hacerse análisis para detectar anticipadamente la predisposición genética al abuso de drogas como la cocaína, aparte de que los ratones cocainómanos puedan utilizarse para probar nuevas terapias contra tal drogadicción.

*“Introducir”* a una persona a la cocaína, además de ilegal, sería considerado por cualquiera como algo repulsivo. ¿No debería ser igual con los simpáticos roedores? Así lo piensan, desde luego, los amantes de los animales y, en especial, los colectivos que trabajan más activamente en su defensa y que enfrentan, a los científicos y a la sociedad en general, con el difícil problema de los límites de la experimentación animal, aunque sea para un buen fin. El problema es tan complejo que la Unión Europea tardó diez años en elaborar unas normas (Directiva 63-2010) que reflejaran cierto equilibrio entre la defensa de los animales, especialmente los primates no humanos, y las necesidades de la ciencia. Tales normas deben ser completadas a nivel nacional. Italia anda en ello actualmente y parece que va a endurecerlas sobremanera (a favor de los animales). Prohibirá, por ejemplo, cualquier experimentación en abuso de drogas, lo cual no parece descabellado, pero también cualquier manipulación, incluso una simple inyección, en animales que no estén anestesiados, lo cual parece una exageración.

## ***¡Ojo con las probabilidades!***

Pascual Lucas Saorín, 30 de noviembre de 2013

El otro día, mientras hacía zapping en la televisión, apareció una chica presentando un concurso y animando a la audiencia a participar. Tal y como lo presentaba, parecía sencillo ganar la apuesta; de hecho, parecía que había más posibilidades de ganar que de perder. No hace falta que diga que ninguno de los televidentes que llamó consiguió el premio.

El cálculo de probabilidades no es tarea sencilla. Uno de los principios fundamentales que se necesita para no errar se trata del principio de indiferencia. Dicho principio dice más o menos lo siguiente: si no hay razón alguna para considerar más probable ninguno de  $n$  acontecimientos mutuamente excluyentes, alguno de los cuales ocurrirá necesariamente, se le asigna a cada uno de ellos una probabilidad igual a  $1/n$ . Parece bastante obvio y de sentido común. El verdadero problema estriba en establecer cuáles son los  $n$  acontecimientos igualmente probables. Veamos un sencillo ejemplo.

Tomemos cuatro cartas (dos copas y dos oros), y después de barajarlas las colocamos en la mesa boca abajo. ¿Cuál es la probabilidad de que, al elegir dos cartas al azar, éstas sean del mismo palo? Una persona poco entrenada podrá decir que hay tres posibilidades: que las dos cartas sean copas, que las dos cartas sean oros o que las dos cartas sean de distinto palo. Por tanto, la probabilidad de que las cartas sean del mismo palo es  $2/3$ . El razonamiento es, claramente, erróneo, ya que los sucesos no son equiprobables. Si escribimos las distintas posibilidades para los palos de la pareja de cartas seleccionadas tenemos cuatro acontecimientos posibles: CC, OO, CO y OC, de modo que la probabilidad de que las dos cartas sean del mismo palo es  $1/2$ , es decir, el 50%. ¿Le parece al lector este razonamiento correcto? Ciertamente es más correcto que el primero, pero no está claro que los cuatro sucesos tengan la misma probabilidad; de hecho, los sucesos CO y OC tienen una probabilidad doble de ocurrir que los sucesos CC y OO. Si el lector piensa con detenimiento llegará a la conclusión de que la probabilidad de que, al elegir dos cartas al azar, éstas sean del mismo palo, es  $1/3$ . En la mayoría de los casos, los errores se producen por la incapacidad de identificar correctamente los casos equiprobables.

Así que ya sabe, la próxima vez que vea un concurso en televisión y le parezca que es muy fácil ganar un dinero, piénselo dos veces y antes de llamar calcule las probabilidades reales que tiene de ganar. Seguramente entonces no hará esa llamada (y se ahorrará un dinerito).

## **Científicos mentirosos**

Pablo Artal Soriano, 7 de diciembre de 2013

Hwang Woo-suk era una celebridad en su país, Corea, y en todo el mundo, hasta que se descubrió que había falseado sus experimentos con células madre. Jan Hendrik Schon era un joven científico alemán en los laboratorios Bell de EEUU donde había publicado decenas de artículos sobre la electrónica de semiconductores. Con varios premios en su haber y una reputación de estrella, su carrera terminó al descubrirse que sus trabajos contenían resultados inventados y manipulados.

Hwang y Shon serán siempre conocidos como dos de los científicos más mentirosos de la historia reciente. En ambos casos eran inteligentes, extremadamente trabajadores y ya habían conseguido una reputación internacional. Por ello es difícil comprender qué les pudo llevar a esa espiral de mentiras y, aún más, cómo aumentó su fama durante años sin que nadie a su alrededor notara o hiciera nada.

En la ciencia, las mentiras siempre tienen fecha de caducidad. Alguien intentará reproducir lo que se ha hecho anteriormente y se encontrarán los errores y las trampas. Por supuesto, es posible que haya muchos resultados de muy poca o ninguna trascendencia que sean erróneos y nunca se descubran. Pero no será el caso de los que si pretenden ser relevantes. Supongo que cuando alguien decide atracar un banco, por ejemplo, valora las probabilidades que tiene de ser detenido o no. Y ciertamente, al menos en el cine, en algunos casos el ladrón consigue disfrutar de su botín sin ser nunca descubierto. Pero en la ciencia, el delincuente siempre será capturado. Por ello, a largo plazo, relevancia científica y mentiras son incompatibles.

Estos casos ponen de manifiesto varios problemas muy serios en la ciencia actual. Por un lado, la presión excesiva sobre los científicos para obtener resultados debe tener un límite, y por otro, está claro que los mecanismos de control son muy inseguros. Las mejores revistas científicas del mundo aceptaron como buenos los trabajos de Hwang y Shon, y muchos colegas durante años les jalearon y aplaudieron.

Pero quizás más grave que estos casos famosos sea la noticia reciente de que un porcentaje nada desdeñable de científicos reconoce haber hecho trampas alguna vez. Probablemente en muchos casos, pequeñas cosas. Pero la linde entre lo que es poco o muy importante puede ser muy tenue. Cometer errores es lo normal, a todos nos pasa y la ciencia se construye a base de fallos y caminos cortados. Pero trapichear o mentir con los resultados es, además de una grave falta ética, un suicidio científico.

## **Aleaciones con memoria de forma**

Gregorio López López, 14 de diciembre de 2013

El nitinol es el ejemplo más conocido de las llamadas aleaciones con memoria de forma. Es una aleación de níquel y titanio. En los laboratorios de la marina de los EE.UU. se descubrió una aleación de níquel (Ni) y titanio (Ti) que presentaba unas propiedades singulares en un programa de investigación encaminado a la obtención de una aleación con alta resistencia a la corrosión. El equipo de investigadores que lo descubrió bautizó el nuevo material con el nombre de NiTiNOL (acrónimo de Ni-Ti-Naval Ordnance Laboratory). Se trata de una aleación de níquel y titanio en proporciones casi equimolares y que tiene propiedades de memoria de forma espectaculares. La memoria de forma se manifiesta cuando, después de una deformación plástica, el material recupera su forma tras un calentamiento suave.

Las transiciones de fase en los sólidos pueden producirse por dos mecanismos muy diferentes. El más común consiste en el desplazamiento de átomos de sus posiciones de equilibrio, mediante un proceso conocido como difusión, para adoptar una nueva estructura más estable en las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentra el material. Este tipo de transiciones se produce generalmente de una forma lenta. Sin embargo, en las AMF los átomos sufren desplazamientos muy pequeños de sus posiciones de equilibrio y no hay difusión, siendo las transformaciones rápidas. Este tipo de transformación recibe el nombre de martensítica, debido a que se describieron en primer lugar para la transformación del acero entre sus fases austenita (dúctil y maleable) y martensita (frágil y dura). La martensita (de baja temperatura) es una fase menos simétrica que la austenita. Una vez que se ha generado por enfriamiento la fase martensita, se puede deformar fácilmente y de una forma plástica, pero la transformación por calentamiento recupera la estructura de tipo austenita. Este efecto, a escala macroscópica se manifiesta en la recuperación de la forma inicial.

Las aplicaciones que se han desarrollado hasta el presente se derivan de sus dos propiedades fundamentales: la superelasticidad y la recuperación de la forma por calentamiento. Por sus propiedades de material superelástico, se han desarrollado dispositivos de aplicación en medicina, como cilindros-mallas autoexpansibles para mantener permeabilidad de vasos sanguíneos (*stents*), o dispositivos para oclusión de defectos cardiacos. También se emplean en elementos que deben recuperar su forma original después de una severa deformación, como monturas de gafas para niños.

## ***Universidad de Murcia, ¿el centenario o el “centenariazo”?***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 21 de diciembre de 2013

Se va a celebrar en el año entrante el centenario de la actual versión de la Universidad de Murcia. Si uno repasa la historia de las universidades murcianas (<http://www.um.es/web/universidad/historia>) se comprueba que esta tierra no ha estado casi nunca firmemente comprometida con la ciencia y la cultura. Habría que remontarse a Ibn Hud y a Alfonso X el Sabio para encontrar un período en que Murcia haya destacado por su nivel cultural en España e incluso en el mundo. En 1914, sin embargo, hubo un fogonazo y yo creo que probablemente se deba achacar a una inspiración divina o de la Virgen de la Arrixaca (por tener las universidades murcianas raíces alfonsinas, supongo que deben estar bajo esta advocación). Gracias a ese fogonazo y a que Jara Carrillo y otros ayudaron lo suyo, algunos políticos se plantaron en Madrid reclamando una universidad. Los políticos murcianos actuales deberían estudiar este episodio y ver si pueden sacar enseñanzas que se puedan aplicar hoy en día, para los problemas de esta tierra. Pero poco se han preocupado desde entonces las autoridades murcianas por su Universidad, y en todo caso a ratos y unos más que otros. Si uno ve la insensibilidad con la que las actuales autoridades autonómicas la tratan, parece que les sobra. Pero claro, esto no se debe solamente a las autoridades locales, sino que también a una buena parte de nuestra sociedad. Esa insensibilidad para con nuestra Universidad se extiende a la investigación que como la enseñanza universitaria pueden determinar nuestro futuro. No hay más que ver la cicatería con que se trata el presupuesto de la Universidad y la casi total carencia de presupuesto con que se castiga a la investigación. Habrá que repetir que una universidad sin investigación no sería genuina, sino una entidad cojitranca basada en expender títulos, pero a alumnos con una formación deficiente. Pero señores, estamos hablando de no tan grandes cantidades, tanto para investigación como para esta Universidad y para su hermana cartagenera. Se gastan cantidades mayores en actividades perfectamente prescindibles (por ejemplo, en televisión o en instituciones que son repetición de otras nacionales). Como los recortes van a seguir creciendo en 2014 la Universidad languidecerá y la investigación murciana se ahogará (ya lo ha hecho en gran parte). Conclusión, todo parece indicar que a finales de 2014 tendremos una Universidad centenaria pero que puede haber sufrido un “centenariazo”.

## ***Falsedades en Medicina***

Pablo Artal Soriano, 11 de enero de 2014

Hace algunas semanas les contaba en esta columna sobre casos célebres de científicos mentirosos. A pesar de ellos, la sociedad en general considera lo que dice la ciencia como una verdad probada y muchas decisiones importantes dependen de ella. Esto es especialmente el caso en medicina, donde millones de personas en todo el mundo siguen tratamientos en base a resultados publicados de estudios clínicos. Nuestra salud depende directamente de la validez de estas publicaciones.

Por ello, no es de extrañar el impacto que han tenido en los últimos años en la comunidad médica los trabajos de John Ioannidis, un científico griego que se ha dedicado a analizar la credibilidad de las publicaciones científicas. En muchos casos estos son los estudios que llevan a las recomendaciones sobre que antibióticos tomar, que tipo de cirugía es la más adecuada o si nuestra dieta debe contener más o menos fibra. Pues bien, según Ioannidis, la mayoría de las publicaciones o contienen errores, o no son independientes, o están sesgadas, o incluso son completamente falsas. Y lo peor es que la comunidad científica parece admitir esto como algo casi inevitable por los enormes conflictos de interés existentes.

Pero los pacientes necesitamos una medicina que se aplique en base a evidencias sólidas e independientes. El coste económico y humano de que esto no sea así es enorme. Y tenemos muchos ejemplos recientes. Por ejemplo, muchas pruebas que se han realizado habitualmente para la detección precoz de cáncer no tienen tanta utilidad como se suponía, o el caso de algunos fármacos antidepresivos consumidos masivamente en todo el mundo que se ha demostrado no ser más efectivos que el placebo. Y que me dicen de la enorme confusión que podrán encontrar si quieren saber de estudios científicos que muestren si tomar aspirina diariamente le puede ayudar a alargar o acortar su vida. Porque en esto, y en muchos otros asuntos, tiene a su disposición un buen número de estudios que dicen tanto una cosa como la opuesta.

En su famoso artículo publicado en la revista PLOS Medicine, y que ustedes pueden leer si tienen humor y no son muy hipocondriacos (<http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0020124>), Ioannidis sugería que la mayoría de las conclusiones de las publicaciones en medicina son falsas. Quiero pensar que también la conclusión de Ioannidis es exagerada y que el problema será menor. Pero de todas formas el panorama ciertamente da miedo y sugiere que los pacientes debemos ser cautos con las novedades en medicina, en muchos casos pasajeras.

## ***Un microbio inteligente***

Mariano Gacto Fernández, 18 de enero de 2014

Las ratas y los ratones huyen normalmente de los gatos, pero algunos investigadores han descubierto que estos roedores pierden su temor ante los gatos cuando, por infección, adquieren un microbio llamado *Toxoplasma gondii*, que en el hombre produce una enfermedad denominada toxoplasmosis. El llamativo cambio de comportamiento que este agente provoca en las ratas parece suicida para ellas, pero, en cambio, resulta muy conveniente para el propio microorganismo. Este microbio se reproduce solamente en el intestino de los gatos y se excreta por sus heces, desde donde pasa a los roedores y a los humanos como hospedadores ocasionales. Debido a que la infección solo resulta productiva en el gato, el paso del parásito a las ratas como últimos hospedadores representaría el final del ciclo de su vida en la naturaleza a menos que el microbio vuelva a alcanzar al gato. De hecho, cuando un gato caza y come una rata infectada con toxoplasma, el parásito se reproduce de nuevo en el intestino del gato y sale por sus heces, iniciando de ese modo un nuevo ciclo vital. Por tanto, la captura e ingestión por los gatos de los roedores infectados por el microbio representa en realidad un aspecto esencial del ciclo de vida de este parásito.

Curiosamente, comparando las reacciones que muestran las ratas sanas y las infectadas frente a la orina de gato, los investigadores han comprobado que las primeras manifiestan un rechazo muy fuerte al olor de dicha orina, como si previeran un peligro potencial. Por contra, las ratas infectadas pierden esta inhibición e incluso se sienten atraídas por el aroma de la orina, lo que facilita su captura por el gato. Aunque está claro que el hecho no favorece a las ratas, esto ayuda a los parásitos a completar su ciclo de vida, alargando así su supervivencia. Las implicaciones de este hallazgo son fascinantes, pues el conjunto de datos revela la existencia de una estrategia por parte del microbio para cambiar a su favor la etología del hospedador. Muchos microbios patógenos son también capaces de cambiar nuestro propio comportamiento. Por fortuna, sin embargo, el efecto final en la mayoría de los casos no es beneficioso para los patógenos. Cuando padecemos una enfermedad infecciosa adoptamos un comportamiento distinto al que mostramos cuando estamos sanos, con especial atracción por el reposo, la ingestión de reconfortantes alimentos y la toma de algún compuesto antimicrobiano.

## ***Planetas habitables***

Miguel Ortuño Ortín, 25 de enero de 2014

La precisión de los modernos dispositivos astronómicos ha hecho posible la detección de planetas fuera del sistema solar orbitando alrededor de estrellas cercanas. Este descubrimiento nos lleva a plantearnos la importantísima cuestión de si hay vida en otros planetas. Dicha vida podría presentarse en formas muy distintas a las nuestras y darse, por tanto, en condiciones totalmente diferentes a las de la Tierra. Por otra parte, es razonable pensar que la probabilidad de encontrar vida sea mayor en planetas con condiciones similares a las nuestras. La condición fundamental es que posean agua y es probable que ello ocurra cuando el planeta tenga un tamaño similar al terrestre y esté a una distancia de su estrella del orden de la separación entre el Sol y la Tierra.

La detección de planetas grandes es mucho más fácil que la de pequeños pues aquellos perturban más el movimiento de su estrella y también modifican más la luminosidad de ésta cuando pasan por delante. La NASA lanzó hace casi cinco años el telescopio espacial Kepler con el objetivo primordial de buscar satélites similares a la Tierra. Se trata de un dispositivo tremendamente sofisticado, con unos mecanismos de estabilidad muy eficientes y con unos aparatos de detección extremadamente sensibles, capaces de distinguir los cambios infinitesimales producidos por planetas como el terrestre al cruzar por delante de sus estrellas respectivas.

El análisis de los datos enviados por Kepler durante los primeros tres años y medio de su viaje nos dice que casi la cuarta parte de las estrellas similares al Sol tienen planetas parecidos a la Tierra. Esta abundancia de planetas con condiciones adecuadas para la vida es mucho mayor de lo que se suponía. Antes se pensaba que un sistema solar como el nuestro debía ser más bien una excepción, afortunada para nosotros, mientras que los nuevos datos nos dicen que nuestras características son bastante comunes. Tan comunes que se estima que debería haber algún planeta habitable a tan solo una distancia de doce años luz de nosotros.

Desafortunadamente, la rotura de uno de los mecanismos de estabilidad del telescopio Kepler lo ha inhabilitado para continuar con esta búsqueda tan interesante y tendremos que esperar algunos años hasta que surja una nueva iniciativa en esta dirección.

## ***Biomoléculas para una agricultura de futuro***

Carlos García Izquierdo, 1 de febrero de 2014

Tanto a nivel país como de región, la agricultura ha sido uno de los pilares básicos que mejor comportamiento ha mantenido durante la crisis económica. Por ello, si queremos ser algo más que un país de “servicios” en el futuro, deberíamos apostar por oportunidades tales como una agricultura de calidad basada en la biotecnología, ligada a una innovadora industria agroalimentaria, que nos permita competir en las mejores condiciones con países de nuestro entorno. En este sentido, la investigación científica dentro del ámbito agrario y alimentario se revela clave para aportar los conocimientos necesarios para conseguirlo.

Una de las líneas de investigación científica futura en donde se podrá avanzar de manera firme durante los próximos años, es en la generación y uso de “biomoléculas” para la agricultura. Como biomoléculas se podrían catalogar aquellas moléculas de carácter orgánico tales como aminoácidos, grupo de moléculas lábiles de carbono, fitohormonas, péptidos y oligopéptidos, e incluso se podrían incluir los consorcios microbianos beneficiosos, capaces de realizar un efecto “positivo” sobre las plantas. Dichas biomoléculas deben basarse en una premisa clara: han de ser obtenidas y utilizadas de manera “amigable” con el medio ambiente; no se entendería que el uso en agricultura de este tipo de biomoléculas suponga un riesgo para cualquiera de los ecosistemas con los que interacciona (suelo, agua, atmósfera), y mucho menos para el ser humano a través de su paso a la cadena trófica a través de la planta. ¿Qué se espera que aporten esas biomoléculas aplicadas al suelo de cultivo, o directamente a la planta mediante aplicación foliar?; sería esperable desde una mejora en el crecimiento radicular o fortalecimiento de la planta (efecto bioestimulante y biofortificante), hasta conseguir que dichas biomoléculas actúen como “biopesticidas”, es decir, inhibiendo la acción de ciertos microorganismos que generan enfermedades en las plantas (fitopatógenos).

Indudablemente, defendemos que, si queremos tener una agricultura sostenible, de calidad que finalice en la producción de alimentos saludables, es necesario proteger nuestros suelos, y mantener o incrementar su productividad mediante adiciones de enmiendas orgánicas; con ello, se asegura un aumento de su materia orgánica, y la mejora de propiedades físicas y biológicas en dicho suelo, consiguiendo así un efecto positivo innegable. Pero junto a esto, el uso adecuado de biomoléculas como las señaladas, bien solas o formando parte de extractos vegetales activos, puede colaborar a una mejor agricultura para el futuro.

## ***¿Qué puede aportar la Ecología a nuestro día a día?***

Angel Pérez-Ruzafa, 8 de febrero de 2014

Definir la Ecología no es fácil ya que abarca numerosos aspectos relacionados con las interacciones entre los seres vivos y el medio ambiente. Más que un compartimento definible de la ciencia, es una forma holística, global, de abordar los aspectos de la naturaleza en los que aparecen implicados los seres vivos (incluido el Hombre). Es como decir que se ocupa de cualquier cosa que ocurra en nuestro planeta y supone trabajar con conocimientos de casi cualquier disciplina.

Socialmente, la Ecología ha irrumpido en nuestras vidas hace menos de una generación y ahora forma parte de la etiqueta de cualquier detergente doméstico. Hoy en día todo presume de ser y queremos que sea ecológico. Muchos enunciados ecológicos son ya de uso común, sus argumentos se han convertido en arma política y bajo su bandera se venden productos de consumo o se boicotean marcas o gobiernos. Sus planteamientos han sido asumidos incluso por colectivos profesionales completamente ajenos a esta ciencia, sin que realmente conozcan sus fundamentos.

Si hiciéramos una encuesta preguntando “¿qué es la Ecología para ti?” encontraríamos respuestas relacionadas con la contaminación, la calidad ambiental, el reciclado de basura, el cambio climático, quizás el problema de las medusas, la extinción de especies, nuestra propia supervivencia... pero probablemente nadie piense en utilizarla para planificar su empresa o en la educación de sus hijos para que sean autosuficientes el día de mañana, o que observando sus leyes habríamos podido evitar la crisis económica. Lo cierto es que los principios ecológicos son aplicables a todo esto y saber Ecología es saber más sobre nosotros mismos y sobre el funcionamiento de las estructuras que hemos creado, empresas, sociedades, países, imperios. La razón de ello es que la Ecología estudia las relaciones complejas que se establecen entre multitud de elementos independientes pero interconectados, que constituyen un sistema que crece, evoluciona, se defiende de las agresiones externas, se renueva y tiene vocación de existir indefinidamente. Esto es lo que en física se denomina un sistema complejo adaptativo. Desde la célula más sencilla hasta los ecosistemas o la biosfera, pasando por nosotros como individuos o nuestras sociedades, somos ejemplos de ello y funcionamos bajo las mismas leyes. No hay espacio en esta columna para desarrollar estos conceptos, o principios ecológicos como el de San Mateo, la Reina roja u otros que podemos aplicar a nuestro día a día, pero veremos la manera de ir haciéndolo en futuras aportaciones.

## **Ciencia e información**

Alberto Requena Rodríguez, 15 de febrero de 2014

Es cierto que todo es información. Los datos son una cosa: una medida, asignados en una escala convenida, valorado algo de forma comparativa, relativos siempre. La información es otra cosa. Un dato solo, no tiene significación si no está en un contexto. Cuando Pitágoras afirmaba que todo era número, interpretaba los datos, aun cuando pensara, también, que los números “tenían vida per se”. Tanto insistió en ello, que se llevó “un gran chasco”, cuando comprobaron que los números enteros no estaban solos, que había algunos que no eran “rationales”. No es que la raíz de 2 irrumpiera en el escenario mágico de los números, es que emergía de un triángulo de Pitágoras tan sencillo como el que tenía de lado la unidad. Pero provocó un desastre de magnitud Universal, solo porque los pitagóricos interpretaban más allá que lo que el dato numérico requería. La información que conllevaban no estaba a la altura.

Información es el reflejo inexacto del intento de la mente humana por categorizar la realidad de la Naturaleza. Está por encima de modelos, teorías, principios, postulados, etc. y subyace en todos ellos. La realidad no es aprehensible, pero lo intentamos. Lo venimos haciendo a lo largo de siglos. Probablemente el Big Bang fue información, antes que materia y energía. Los seres humanos creamos mundos virtuales, eso sí, pretendemos que hundan sus raíces en mundos reales y la Química, la Física y la Ingeniería se encargan de establecer esos puentes. Y a la vez la retroalimentación hace más consistentes los mundos virtuales y nos cambian la vida.

Hoy, los nuevos materiales suponen un cambio sustancial de nuestra existencia. La Ciencia se expresa en toda su magnificencia. Concibe, diseña y crea soportes en los que se aprovechan mecanismos de reacciones, propiedades singulares y aparecen materiales exóticos hasta hace bien poco. El grafeno es un buen ejemplo. Es la información soportada en estos materiales y su tratamiento a través de las propiedades de esos materiales la que produce las consecuencias. Los laboratorios avanzados de hoy son puros entornos virtuales. El ordenador, basado en nuevos materiales y propiedades singulares, permite tratar la información y diseñar, anticipando propiedades de las moléculas nuevas que se generan. La Química Computacional anticipa a través del diseño, las propiedades o sugiere como lograrlas. Es información lo que trata. Antes del laboratorio material, está el acopio de Ciencia que no es otra cosa que la información que nos legan los que nos precedieron. Es misión nuestra acrecentarlo.

## **Ciencia útil para los más pobres**

Pablo Artal Soriano, 22 de febrero de 2014

Está probada la capacidad de la ciencia y la tecnología para promover el desarrollo económico. No faltan ejemplos de que una visión a largo plazo ha elevado el nivel de vida en algunos países. No es tampoco ningún secreto que las esperanzas de los países emergentes pasan por un posicionamiento en estas materias.

Pero esto, aunque cierto, oculta tremendas paradojas, como el ejemplo al que me refería en esta misma columna hace algunos meses. ¿Hasta qué punto es moralmente ético que Suráfrica, un país con bolsas enormes de pobreza, dedique cientos de millones a construir un nuevo telescopio? Otro argumento conocido en las áreas de investigación biomédica es que las inversiones son mucho mayores cuando se espera generar mayores dividendos económicos. Frente a eso, enfermedades endémicas en muchas partes del mundo reciben mucha menor atención y dinero.

Pero aparte de estos aspectos negativos, los avances científicos van alcanzando con el tiempo a más personas y las nuevas tecnologías permiten aplicar tratamientos sofisticados en lugares remotos. Hoy disponemos de más capacidad de cálculo en un teléfono que hace algunos años en un gran superordenador. Y esto sí que puede marcar diferencias.

Hace unas semanas he visitado en la India un centro de oftalmología que, además de haber tratado a 15 millones de pacientes en los últimos años, desarrolla programas de investigación para adaptar tecnologías al entorno. En un país con 700 millones de pobres, estas iniciativas son un rayo de esperanza. Entre muchos proyectos de impacto directo, han desarrollado un sistema portátil para detectar enfermedades en la retina de bebés que tiene un coste de unos cientos de euros, frente a las decenas de miles de euros que cuestan los que existen en nuestros hospitales.

En muchas áreas de la medicina es posible adaptar sistemas muy costosos, ahora sólo al alcance de los más privilegiados, a versiones muy asequibles, pero igualmente efectivas. ¿Por qué no se avanza más en esta dirección? Una respuesta obvia es que los márgenes económicos son mayores cuando alguien paga por un instrumento, o por un tratamiento, elevadas sumas. Una vía es el uso de recursos de fundaciones filantrópicas, pero la más adecuada es tender a la viabilidad económica sostenible de quienes desarrollen estas tecnologías que beneficiarán directamente a millones de personas. Sin embargo, siempre parece que hay alguien dispuesto a pagar cientos de millones por una compañía que ha desarrollado un videojuego, y nadie a invertir unos pocos en otra que tiene un sistema para salvar millones de vidas.

## ***Diez razones para ser científico***

Vicente Vicente García, 1 de marzo de 2014

Hace unos meses tuve la suerte de asistir a la conferencia de un “joven” científico mejicano de noventa años, de gran prestigio, el Profesor Ruy Pérez Tamayo. El tema del que habló era precisamente el título de este artículo. He de confesar que quedé maravillado por la fuerza y convicción de su presentación, motivo por el que no dudé en pedirle la conferencia.

Este “decálogo” lo iniciaba una importante razón, “para no envejecer”. La contundencia con la que fue defendida por un “joven” de noventa años fue radical. Entre otras cosas dijo que la investigación científica es una actividad a través de la cual se puede conservar la “eterna juventud”. La justificación está clara, el conocimiento y las ganas de conocer no tienen límite. La segunda razón era una razón más jocosa, “para no tener jefe”. Es indudable que la disciplina y el trabajo en equipo es un elemento crucial en ciencia, pero la elección de cómo abordar la solución de los problemas tiene una buena parte de iniciativa personal. La ciencia es una actividad creativa y alejada de criterios rígidos establecidos por mayorías. Le seguían otras razones como “para no aburrirme en el trabajo” y “para no tener un horario rígido”. El científico dispone de garantías para hacer lo que le gusta, pues la decisión de formarse para ser un buen científico tiene un importante componente vocacional. Lo comentado lleva de la mano a otra razón, “para hacer siempre lo que me gusta” que el Profesor Pérez Tamayo la complementaba con la de “para estar siempre contento”, que en definitiva expresa el sentir del refrán de que “sarna con gusto no pica”.

Continuaba el discurso con la razón “para usar mejor mi cerebro”, que, trasladado a mi medio, que es la medicina, es el de mejorar la capacidad y conocimiento para dar una mejor atención a los enfermos, y adquirir un sentido crítico que ayude a elegir la mejor la toma de decisiones.

Las tres últimas razones eran “para que no me tomen el pelo”, “para poder hablar con otros científicos” y “para ayudar a mi país”. No hay duda que el Profesor Pérez Tamayo quiere transmitir lo importante que es tener ideas sustentadas en un trabajo y experiencia personal sólido, que disciernen entre lo que es hojarasca y humo. Concede el poder hablar con un respeto similar al que percibes cuando hablas, y finalmente estar convencido que la ciencia bien hecha es un camino sin retorno para el desarrollo de tu país.

## **Placer y castigo**

Luis Puelles López, 8 de marzo de 2014

Todo ser vivo reacciona interesadamente al mundo. Hay aspectos que son placenteros y aspectos que displacen. Otros detalles nos resultan indiferentes. Intentamos relacionarnos con los placeres y minimizar los castigos. Es propio de cada uno el aceptar qué equilibrio entre estos tres aspectos puede caracterizar una vida aceptablemente normal.

Más allá de la reacción inmediata, los animales con cerebro mantienen un registro de sus premios y castigos, y lo emplean para intentar predecir cuándo llegarán otra vez tales eventos memorables, lógicamente para diseñar a tiempo la estrategia más oportuna. Para ello es necesario cotejar tales datos con el conocimiento disponible sobre el mundo, y, sobre todo, sus regularidades. En la memoria se marcan los signos que nos auguran sucesos venideros favorables al placer, o bien el peligro de algún castigo. Los mapas cognitivos resultantes se corrigen evaluando los errores de cálculo, a efectos de mejorar los siguientes vaticinios. Esta capacidad predictiva con conocimiento de causa es la base de nuestros planes de acción. Obviamente, no siempre tenemos éxito en tal empresa, ya que el mundo es complejo y variable, pero no solemos esperar pasivamente el porvenir. Los planes pueden llegar a ser de gran complejidad, con altibajos en la recepción de premios y castigos. Es sabido que en ocasiones aceptamos sacrificios para conseguir ulteriormente un premio.

Recientemente están descubriéndose mecanismos neurales que evalúan y predicen el placer o los castigos potenciales, con repercusiones en la vida subjetiva (emociones) y en nuestra conducta visible (control motor). Primero se identificaron centros cuya estimulación eléctrica produce intensas sensaciones placenteras. Parece ser que las neuronas que normalmente actúan sobre estos centros codifican con su tasa de disparo la predicción de eventos placenteros, o los errores en tal predicción. Luego se identificaron centros nerviosos cuya actividad señala selectivamente la predicción de castigos o eventos no deseados. Ambos sistemas se inhiben mutuamente.

Existe por tanto una computación continua cerebral de premios y castigos, cuyos productos afectan los mapas cognitivos, los planes de acción, la apreciación subjetiva de la experiencia y el estado de ánimo. Ciertas alteraciones psíquicas en las que hay cuadros de delirio o de tipo depresivo parecen manifestar un funcionamiento incorrecto de estos sistemas, y los centros del placer son una diana importante de las drogas adictivas. Es de esperar que más investigación sobre las causas del funcionamiento normal y patológico de los sistemas de premio y castigo redunde en un importante beneficio social.

## ***Uno de ciencias ante la campaña rectoral***

José S. Carrión García, 15 de marzo de 2014

En la Universidad de Murcia estamos de campaña electoral al Rectorado y desde esta atalaya de comunicación científica deseo plantear algunas cuestiones que merecerían atención por parte de los candidatos. A ello me invita el escenario sociopolítico habida cuenta de la labor de gestión universitaria se ha visto muy desacreditada. Diagnóstico: demasiada percolación o exceso de mimetismo con la función política.

En primer lugar, me preocupa el *modus vivendi* de las oligarquías de puerta giratoria y, por tanto, me gustaría saber si los candidatos a rector y sus paneles de vicerrectorables estarían dispuestos a poner por escrito un compromiso de que no aceptarán ningún cargo por designación política ni optarán a ningún puesto remunerado como asesor en entidades de lucro justo después de abandonar su cargo en la gestión académica de la UMU.

Segundo, ¿aceptarían temporalizar su programa como se hace con un proyecto de investigación y dimitir al segundo año si los hitos programáticos no han sido alcanzados? Lo digo porque las campañas son gloriosas en promesas, pero luego todos parecen olvidar lo que dijeron. Este comportamiento es impensable con un proyecto científico financiado con fondos públicos o privados.

Tercero, me gustaría ver un esfuerzo introspectivo y que aquellos que han tenido cargos académicos (vicerrectorados, decanatos, secretarías...) o políticos, hicieran una autoevaluación de su propia gestión y se sometieran a preguntas sobre la misma, evitando a ser posible las estadísticas sesgadas, pues estamos en la Universidad y no se puede insultar la inteligencia del votante. Digo si aceptarían ser monitorizados en sus hitos curriculares como gestores, del mismo modo que un científico acepta, cuando solicita un proyecto, ser evaluado respecto a su trayectoria y a cómo ha rentabilizado la financiación concedida con anterioridad.

Y al equipo elegido, le pediría que ponga su propia agenda, que sea más proactivo y menos reactivo, que mire a la calle de vez en cuando: que los recursos humanos son más importantes que los discursos, que el departamento de producción de ideas es más importante que el escaparate. Les pediría también que piensen antes de actuar y luego que actúen con decisión y justicia social o que se vayan, pero que no abusen del rigor asambleario como parapeto para la inacción. Un proverbio chino dice que “la persona que dice que “no se puede hacer” no debería interrumpir a la que lo está haciendo”. Para ser libre hay que tomar decisiones.

## **Multimillonarios por la ciencia**

Pablo Artal Soriano, 22 de marzo de 2014

Si les preguntan qué tienen en común Bezos, Gates, Bloomberg, Brin, Zuckerberg o Allen, es probable que les suene que todos ellos son multimillonarios con fortunas superiores a los 30000 millones de dólares. Sí, a mí me pasa lo mismo, no acabo de comprender bien el significado de esa cantidad de dinero. Pero quizá ayude saber que es del orden el producto interior bruto anual de la región de Murcia.

Además de poseer inmensas fortunas, también les une que en los últimos años han dedicado una parte, en general pequeña en porcentaje, pero muy significativa en magnitud, a financiar directamente actividades de investigación en los Estados Unidos. Esto ocurre cuando en todo el mundo la financiación gubernamental de la ciencia decrece. En principio, esto parece una buena iniciativa, que para nosotros querríamos en España donde con muy contadas excepciones, los ricos no parecen estar por la labor.

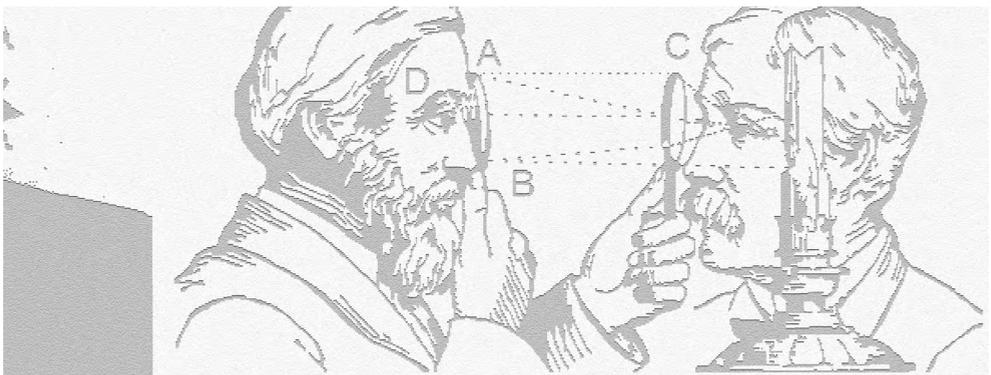
En el futuro la tendencia será que los temas en los que se investigue estarán marcados por los intereses personales de unos cuantos individuos con muchísimo dinero. Sin duda se trata de un cambio de paradigma. Durante todo el siglo XX fueron los gobiernos quienes marcaron las prioridades de los temas de investigación. Antes, los científicos trataban de convencer a los políticos del potencial de sus ideas, ahora es cuestión de tener acceso a un multimillonario y la capacidad suficiente de convicción.

El impacto de estas donaciones era hasta hace algunos años más bien anecdótico, pero empieza a ser más visible. Nuevos institutos en física teórica, oceanografía, genética, etc., con inversiones de cientos de millones lo demuestran. ¿Algún problema a que esto suceda? Ciertamente no por mi parte, salvo la sana envidia de que no pase aquí. Pero existen voces discrepantes que indican el posible riesgo de que estos centros privados se concentren sólo en las mejores universidades, aumentando aún más la desigualdad con otras áreas. O las dudas de que en todos los casos los temas y los esfuerzos estén correctamente dirigidos, o sean más bien el producto de modas o incluso caprichos.

Como en muchos de estos casos los donantes conocen la importancia de la ciencia y la tecnología y son ejemplos de éxito empresarial, pueden cambiar la forma de hacer ciencia, focalizándola en resolver problemas más concretos y ambiciosos. Si a la larga aportan mejoras en la calidad de vida será bueno para todos, más allá de los lavados de conciencia o de impuestos de unos cuantos adinerados.



Hermann von Helmholtz (1821–1894) médico y físico alemán inventor del oftalmoscopio



## **Los ojos de Helmholtz**

Pablo Artal Soriano, 29 de marzo de 2014

Hermann von Helmholtz fue uno de los grandes sabios del siglo XIX. Nacido en Postdam (Alemania), representa un tipo de científico, ya extinto, que estudió con enorme éxito numerosas áreas del conocimiento. Desde la fisiología a la termodinámica, de la óptica a la filosofía o del electromagnetismo a la percepción. Muchas de sus contribuciones están hoy todavía completamente vigentes. En mi campo de investigación, es un referente por sus trabajos en las teorías de la visión y la óptica del ojo, recogidos en su famoso tratado en tres volúmenes sobre óptica fisiológica. A pesar de estar publicado en 1867, todavía recomiendo a mis estudiantes de doctorado que lo exploren para saber que decía Helmholtz sobre un problema antes de lanzarse a realizar un nuevo experimento.

Inventó el oftalmoscopio, un instrumento para ver la retina a través del ojo, que sigue siendo fundamental para los oftalmólogos. Y como utilizó sus propios ojos en muchos experimentos, conocía con detalle que su calidad óptica no era tan alta como la de las lentes artificiales. Este hecho lo dejó dicho de manera tajante en una frase que se ha repetido desde entonces a menudo: “No es exagerado decir que, si un óptico quisiera venderme un instrumento que tuviera tantos defectos como los del ojo, estaría justificado que le reprendiera su falta de cuidado de la forma más enérgica y se lo devolviera”. Puede dar la sensación de que Helmholtz estaba decepcionado con la pobreza técnica de las lentes de nuestros ojos, la córnea y el cristalino, y esto ha sorprendido a muchos estudiosos desde entonces. Con buen criterio pensaban que nuestra visión es excepcional debido a que el ojo forma imágenes en la retina con una calidad suficiente. Es decir, que nuestro ojo está adaptado a los requerimientos del sistema visual.

El propio Helmholtz compartía esta idea, pues a reglón seguido de su famosa frase añadía: “Por supuesto, no haría esto con mis ojos (devolverlos), que espero mantener el mayor tiempo posible con todos los defectos que puedan tener. Y aunque soy crítico desde el punto de vista óptico, ya que todas esas imperfecciones serían extremadamente problemáticas en las imágenes fotográficas de una cámara, debo admitir que no lo son en el ojo”.

Como moraleja de esta historia, les recomiendo que sean curiosos y no se conformen con los extractos parciales de información que se transmiten. Cuando sea posible, vayan a las fuentes originales y póngalas en contexto.

## ***¡Que lenta es la luz!***

Pablo Artal Soriano, 5 de abril de 2014

Ya sé que estarán pensando que el título de esta columna debe ser una errata pues saben que la luz viaja a la máxima velocidad posible según las leyes de la física. A la velocidad nada desdeñable de 300000 km/s. Para los que prefieran compararse con su conducción de coches, son unos 1080 millones de Km por hora.

Galileo fue quizá el primero que trató de medir la velocidad de la luz y llegó a la conclusión de que, si no era “instantánea”, era extraordinariamente rápida, al menos diez veces más que el sonido. A mediados del siglo XIX, el físico francés Fizeau ideó un método muy ingenioso para su medida. Hizo pasar un haz de luz a través de una rueda dentada dirigiéndolo a un espejo situado a varios kilómetros de distancia que reflejaba la luz de vuelta a la rueda en giro. Cambiando la velocidad de rotación de la rueda pudo ajustar el caso en el que la luz de vuelta se bloqueaba por el siguiente diente. Obtuvo un resultado de 313000 km/s, no muy alejado del valor actualmente tomado por cierto: 299792,458 km/s.

Y con estos números que marean, ¿por qué les quiero hacer pensar que la luz es “lenta”? Pues, porque en realidad depende de las distancias a recorrer. Incluso para distancias planetarias la luz se “demora” en las comunicaciones. Cuando hablamos por teléfono desde un punto a otro del planeta, por ejemplo, de España a nuestras antípodas en Nueva Zelanda, la luz que viaja por los cables submarinos de fibra óptica recorre unos 19000 km y tarda unos 60 milisegundos. Un tiempo, ciertamente breve, pero bien notorio.

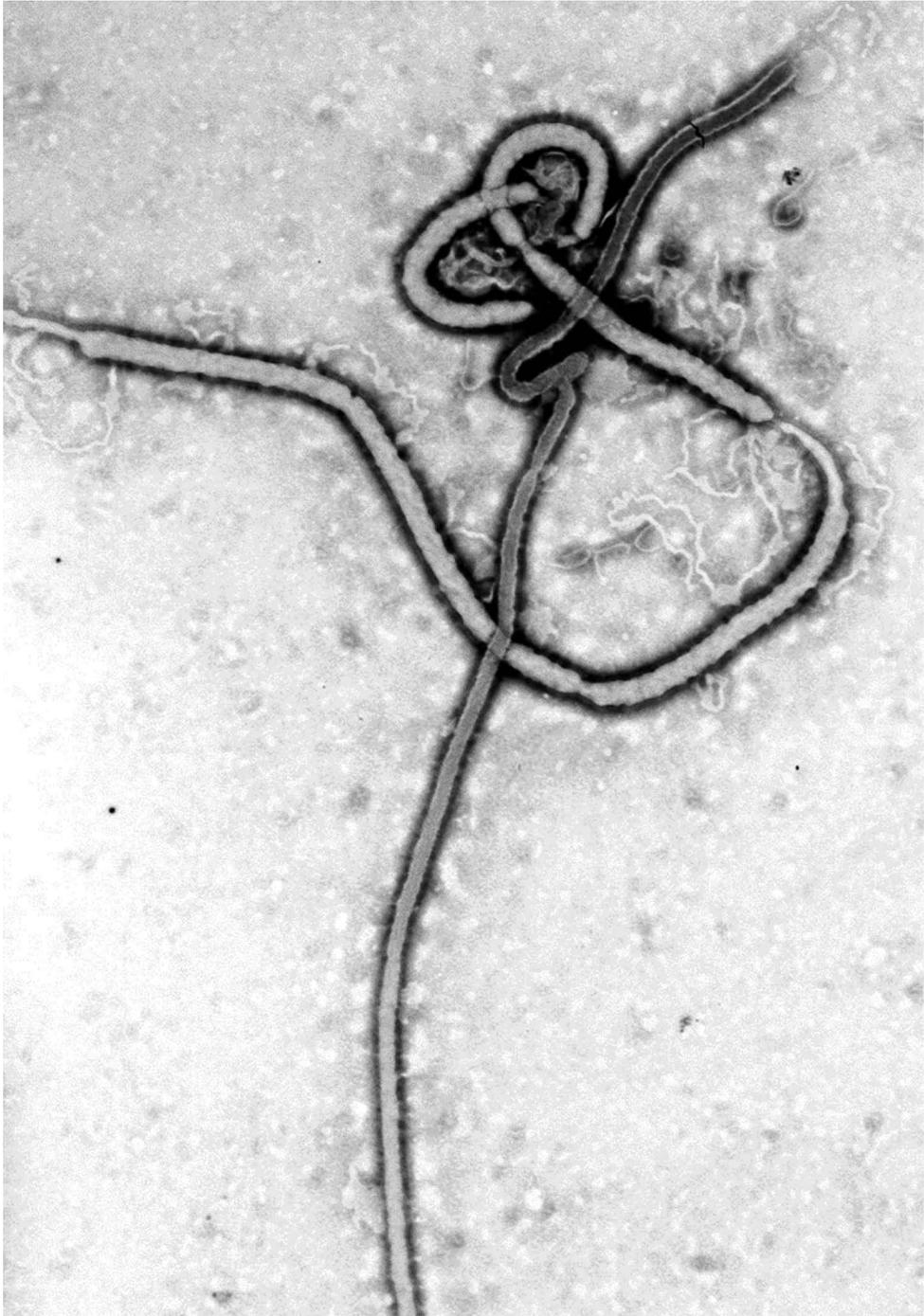
Por supuesto, la lentitud de la luz se pone en evidencia de una manera dramática cuando miramos a las estrellas. Es probable que hayan oído que mirar al cielo es como mirar una imagen de nuestro pasado remoto. Es bien cierto, y aquí tienen un par de ejemplos. La luz del sistema estelar más cercano a nosotros, Alfa Centauri, tarda en llegar más de cuatro años. Así que si por algún caso estuviera ahora colapsando no nos enteraríamos hasta casi la navidad del año 2018. Y si se le ocurre mirar esta noche al centro de la galaxia, la luz que vea salió de allí hace unos 100000 millones de años. Como ven en lo relativo a distancias astronómicas, la luz es muy, pero que muy lenta.

## ***El suelo ¿recurso natural sostenible?***

Carlos García Izquierdo, 12 de abril de 2014

Parece claro que las sociedades mantendrán un buen nivel de desarrollo si cuenta con adecuados recursos naturales, en particular con dos tan fundamentales como son el agua y el suelo. Sobre el agua, su importancia es clave en nuestras vidas debido a la dependencia que tenemos de ella; como bien escaso que es, hemos aprendido a valorarla y tratarla adecuadamente, y aunque el ser humano tiende a veces a estropear todo lo que toca, para el caso del agua existe hoy en día una concienciación clara sobre su valor. Sin embargo, hay otro recurso natural importante para la vida, el Suelo, pero nuestra concienciación sobre la necesidad de conservarlo y protegerlo es mucho menor que en el caso del agua. El Suelo es un recurso no renovable en una escala de tiempo humano; ello significa que debemos preservarlo, y si es posible, mejorar su calidad y capacidad productiva, aplicando para ello medidas de prevención que eviten su posible degradación y desertificación. El Suelo como recurso natural que realiza funciones tales como: i) aportar un medio adecuado para el crecimiento de plantas al actuar como soporte físico y reservorio de humedad y nutrientes esenciales; ii) ser regulador de los flujos de agua; y iii) actuar como un sistema con capacidad de disminuir los efectos nocivos de contaminantes, a través de procesos de índole física, química y biológica.

Durante las últimas décadas se han realizado esfuerzos para incrementar la producción de alimentos con ánimo de paliar las necesidades existentes en nuestra sociedad. El rápido crecimiento de la población y el incremento de la demanda para alcanzar los estándares exigidos por la vida actual, es lo que empuja al mencionado incremento de producción. El Suelo juega un papel clave en la producción de alimentos. Pero ¡jojo! si no llevamos cuidado y hacemos sostenible dicha producción de alimentos, podemos poner en riesgo precisamente la sostenibilidad del propio Suelo. Interesa señalar que cuando se sobreexplotan nuestros recursos naturales, motivado en parte por el aumento de la pobreza de la población, se produce un deterioro ecológico no sostenible, sacrificando el futuro en aras de una salvaje explotación en el presente. El deterioro del medio ambiente perpetuará la pobreza de la gente, ya que la degradación del ecosistema hará disminuir los rendimientos de las cosechas venideras. Cuidado con nuestros recursos naturales. ¡Nos estamos jugando nuestro futuro!



Virus del Ebola, perteneciente a la familia Filoviridae (autor Frederick A. Murphy).

## **Virus mortales**

Mariano Gacto Fernández, 3 de mayo de 2014

Los filovirus, que incluyen los virus Ebola y Marburg, son patógenos emergentes que causan fiebres hemorrágicas y la muerte en al menos el 90% de los casos. Entre los agentes infecciosos que atacan al hombre, el nivel de mortalidad de estos virus es de los más altos y eso explica que solo unos pocos laboratorios en el mundo estén capacitados para su estudio y control. Afortunadamente, los filovirus tienen en la actualidad una distribución limitada, provocando epidemias en África central y occidental, pero pueden saltar fronteras y extenderse a otras zonas. Este peligro potencial ya se ha resaltado incluso en las pantallas de cine. Por ejemplo, la película titulada “Alerta Ebola” (cuyo título original en inglés es “*Contagion*”) analiza los problemas derivados del empleo de estos virus en actos de bioterrorismo. Se cree que los llamados murciélagos de la fruta son los huéspedes naturales del virus Ebola y que el virus ha pasado a infectar la especie humana desde las selvas tropicales.

Los síntomas iniciales de la enfermedad son semejantes a los de la gripe, pero después aparecen fuertes hemorragias gastrointestinales que provocan que los infectados sangren abundantemente por la boca y por el recto hasta producir la muerte. Los filovirus tienen una morfología filamentososa y se pueden transmitir entre humanos por contacto con líquidos procedentes de los pacientes, como la saliva, sangre, sudor, orina o los vómitos de los afectados. Para considerar la extrema gravedad de estos virus basta resaltar que la Organización Mundial de la Salud, con cierto patetismo, señala textualmente que “las ceremonias de inhumación en las cuales los integrantes del cortejo fúnebre tienen contacto directo con el cadáver también pueden desempeñar una función significativa en la transmisión”.

Actualmente no existe tratamiento efectivo contra estos agentes mortales. Sin embargo, un reciente trabajo publicado en la revista “*Nature*” aporta alguna esperanza frente a esta amenaza potencial contra la salud pública. Se trata de un compuesto sintético específico que es análogo a una de las bases (adenina) que componen el ácido nucleico de estos virus. Esta nueva molécula actúa como un inhibidor de la RNA-polimerasa viral necesaria para la replicación de los filovirus, inhibiendo así la infección en células humanas cultivadas in vitro. Por otra parte, se ha demostrado que su administración protege por completo de la enfermedad a animales inoculados con filovirus, como ratones y monos, lo que representa una buena base para iniciar ensayos clínicos en pacientes humanos.

## ***La industria química enfocada***

Alberto Requena Rodríguez, 10 de mayo de 2014

La economía regional, también, pasa por un bache colosal. Nada nuevo hasta aquí. Vivimos en una Región tradicionalmente exportadora, desde tiempo inmemorial, e incluso antes de que pudiera estar de moda tal actividad económica y sin comerciales formados, dominando idiomas, ya se conseguían éxitos en mercados exteriores, cercanos y lejanos. Es proverbial esa audacia en el talante de los murcianos. Hoy seguimos igual, exportando nuestra agricultura de primor, incluso incrementando las cifras.

Nuestra debilidad, como Región, es el sector industrial. Es excesivamente pequeño, limitado y disperso. Un 14.32 % del PIB, es el que corresponde a la Industria (casi dos puntos por debajo del de España) y el sector primario (agricultura y pesca) sólo alcanza un 4.87 %, aun cuando la impresión es de mucha mayor aportación. En 2013 el PIB fue de 26.350 millones de euros, un 1.7% inferior a la de 2012, que fue un 2% menor que la de 2011. Per cápita fue de 17.910 euros en 2013 y en 2012 fue de 18.027 euros. El sector industrial ha decrecido un 2.8% en 2013. En el PIB per cápita ocupamos, la nada confortable posición número 15. Somos de los más pobres de España, que a su vez está entre los más pobres de Europa.

El montante total del sector industrial ha exportado en 2012 8.858 M€. La industria supone un VAB de unos 12.000 millones de euros. Se da un número, en torno, a 1.600 empresas o unidades de actividad local. De ellas, en torno a 200 empresas, tienen que ver con el sector químico El epígrafe denominado “Coquerías y refino de petróleo; industria química; fabricación de productos farmacéuticos” excluido el sector petroquímico, dice acoger unos 3.700 empleos. El valor añadido bruto se sitúa en torno a 1.600 millones de euros.

El valor de las exportaciones de la Región de Murcia del sector químico genuino, en 2012, fue de 843 M€, un 10% del total de las exportaciones. Sin contar el sector petroquímico, y aunque más de un 60% corresponde a plásticos, todavía exportamos química en torno a un 7% del total de exportaciones. No es para lanzar las campanas al vuelo, pero si evidencian que un sector como el químico está en línea con la modernidad exigente, al ser exportadora de forma natural. El sector químico regional está enfocada.

## **Matemática contra el crimen**

Ángel Ferrández Izquierdo, 17 de mayo de 2014

Una fría mañana de noviembre, aproximadamente a 2°C de temperatura, en un oscuro callejón de las afueras de Londres, una patrulla de policía encuentra el cadáver de un hombre aparentemente asesinado. Dada la alarma, un inspector y el forense llegan a la escena del crimen a las 7h 5m de la mañana, comprobando que la temperatura del cadáver es de 31°C. Una hora más tarde, su temperatura había descendido a 27°C. Un testigo afirma que, desde su ventana, vio salir del callejón a dos personas: un vagabundo, aproximadamente una hora antes de la llegada de la policía, y un vecino del inmueble contiguo, alrededor de las cinco de la mañana. Suponiendo que la temperatura media de una persona es de 36°C, ¿quién es el presunto culpable?

Un caso como este, visto a través de un aparato de televisión, siempre nos muestra a un médico que, arrodillado junto a cadáver, toca levemente su cuello para sentenciar que “su muerte se produjo hace aproximadamente tantas horas”, cosa que todo el mundo asume sin rechistar. No dudo que el galeno hace uso de su experiencia profesional para su dictamen, pero es la Matemática quien tiene la respuesta correcta y, seguramente, la fuente donde el galeno bebió.

Nuestros alumnos resuelven con facilidad el caso expuesto sin más que aplicar la conocida ley de Newton del cambio de temperatura de un cuerpo, ya por calentamiento, ya por enfriamiento. En efecto, la velocidad del cambio de temperatura de un objeto es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura del mismo y la del medio donde se encuentra, siendo la constante de proporcionalidad negativa en caso de enfriamiento, y positiva en caso de calentamiento. La solución expresa la temperatura, en función del tiempo, como una función exponencial que, a la vista de los datos, permite establecer, con precisión de segundos, cuál fue el instante de la muerte y aportar la prueba clave en la instrucción del caso: el vagabundo es el presunto culpable.

Idéntico procedimiento permitiría averiguar cuánto hemos de esperar para beber nuestra infusión con la seguridad de no quemarnos la lengua. He aquí dos sencillas muestras de cómo la Matemática está más cerca de lo que podíamos imaginar, siempre al servicio del ciudadano y aportando soluciones fiables.

## **Arte y ciencia ¿dos mundos diferentes? Creo que no**

Ángel Pérez-Ruzafa, 24 de mayo de 2014

Escribir sobre arte desde esta columna parece una intromisión. Tradicionalmente, arte y ciencia, o ciencia y humanidades, se han mantenido separadas. Para algunos así deben seguir, mientras que otros buscan la unificación y lamentan una separación que consideran artificiosa y perniciosa para el progreso de la cultura. Es cierto que cada disciplina se ocupa de cosas distintas y con aproximaciones metodológicas y conceptuales diferentes. El arte busca transmitir un mensaje a través de los sentidos y sentimientos. Las humanidades, incluyendo el arte y su estudio, se ocupan de todas las facetas de la cultura humana y les buscan sentido utilizando la reflexión y la lógica. La ciencia trata de encontrar las regularidades y leyes que subyacen en el funcionamiento del universo a través del método científico, donde cabe la incertidumbre probabilística, pero no la especulación. Visto así, parecen irreconciliables, pero, al final, resulta que solo tenemos un universo, donde el ser humano, sus actuaciones y sus expresiones, son un elemento más, coherente con las leyes físicas que lo regulan. La necesidad de interpretar patrones en un mundo aparentemente caótico es inherente a la supervivencia de las especies. Ello permite reducir las incertidumbres, anticipar el futuro y evitar los peligros. La especie humana, menos rápida y fuerte que muchos de sus competidores potenciales, ha hecho de ello la clave de su éxito evolutivo. Lo llamamos inteligencia. Todos padecemos de ese síndrome en mayor o menor medida, y lo utilizamos ya sea para evitarnos problemas o para resolver pasatiempos. Los científicos buscan los patrones que encierra el universo y formulan leyes que los predicen. Los artistas generan esos patrones (visuales, sonoros, temporales conceptuales, en un espacio bi-, tri- o multidimensional) para satisfacer nuestra necesidad innata de descubrirlos. Las humanidades los buscan en la historia, las tendencias sociales, la geografía, las modas, la economía o el arte. Los matemáticos han desarrollado ya potentes herramientas que permiten detectar dichos patrones, en las estructuras fractales, el caos, o en las catástrofes, y se han utilizado para analizar las formas y dinámicas de los seres vivos, el clima y el paisaje, pero también la estructura fractal de la obra pictórica de Pollock, y sin duda son aplicables a la música, la literatura, las tendencias sociales... Una teoría unificada del arte, las humanidades y las ciencias, para el estudio de los patrones que marcan el ritmo y la estructura del universo y nuestras vidas es posible.

## ***Edición génica por CRISPR-Cas, una herramienta multiusos***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 31 de mayo de 2014

Sabemos desde hace poco que las bacterias disponen de un sistema de defensa propio que les defiende de sus potenciales enemigos como virus (fagos) o plásmidos, una especie de sistema inmunitario primitivo, de tipo adaptativo, que consiste en el almacenamiento en ciertos loci de su cromosoma de secuencias de DNA que son características de los DNAs de los fagos o de los plásmidos con los que la bacteria ha tenido un contacto previo. Estas secuencias de DNA codifican un RNA complementario que actuará como guía de una endonucleasa (Cas) que se suele encontrar codificada dentro de estos mismos loci. Cuando reaparece en el interior de la bacteria este DNA del que se guarda memoria, el RNA guía se apareará con él y la nucleasa catalizará su modificación. Cada secuencia que define un DNA potencialmente dañino está separado de los vecinos por unas secuencias repetitivas y de ahí deriva el nombre CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats). Aunque la existencia de este tipo de secuencias se conocía desde 1987, hasta 2007 no se describió la función defensiva de este sistema. El interés ha crecido en los últimos años cuando se ha demostrado que se puede aplicar a eucariotas, para lo que se diseñan plásmidos capaces de permitir la transfección de estas células dotándolas con la endonucleasa Cas y el RNA guía. El RNA guía estará diseñado para dirigir Cas a la secuencia de DNA eucariótico que nos interese, pudiendo producir de esta manera su silenciamiento, pero además puede servir para activar, reprimir o marcar un gen determinado. Múltiples posibilidades se abren. Se puede, por ejemplo, asociar Cas con enzimas modificadores que metilen bases de un gen dado, o se puede modificar fluorescentemente un gen que nos interese. En meses recientes se han publicado trabajos en los que empleando esta tecnología se han reparado en células humanas mutaciones causantes de enfermedades. También se ha utilizado esta tecnología para mediante el uso de múltiples RNA guías discernir qué gen ayuda a células cancerosas a sobrevivir cuando se las trata quimioterápicamente. Se han usado recientemente 88.000 RNAs guía para cribar 18.150 genes que codifican proteínas en células madre de ratón para encontrar qué genes pueden conferir resistencia frente a toxinas bacterianas. Estos son solo algunos ejemplos de sus posibles aplicaciones y de nuevo se demuestra como del estudio de la naturaleza, sin propósito aplicado en principio, se pueden derivar importantes logros para la humanidad.

## **Tiroteo en Santa Bárbara**

Miguel Ortuño Ortín, 7 de junio de 2014

Estoy de sabático en la Universidad de California en Santa Bárbara, gracias a un permiso de la Universidad de Murcia y financiación de la Fundación Séneca. La estancia está siendo muy positiva científicamente, pero el fin de semana pasado me tocó vivir una experiencia nueva e inesperada.

He venido con la familia, mi mujer y dos hijos de 15 y 12 años, y vivimos al lado de Isla Vista, el barrio de los estudiantes. En él hay una gran variedad de restaurantes, con precios buenos y ambiente agradable, por lo que el pasado viernes decidimos ir a cenar allí. Acabamos de cenar y volvimos andando a casa, que está a unos quince minutos. Justo al llegar empezamos a oír numerosas sirenas, a las que pronto se unió el ruido de un helicóptero. Al no cesar el ruido durante horas, mi mujer salió varias veces a la puerta por si era un incendio, pero no se apreciaba ningún resplandor.

Al levantarnos nos enteramos de la noticia: un joven de 22 años había asesinado a seis alumnos de la universidad y herido a ocho. Evidentemente, no nos lo podíamos creer y tuvimos una sensación rarísima, muy difícil de explicar, pues estas cosas solo parecían pasar en las películas. Por la tarde, decidimos ir a ver la situación. Lo primero que nos encontramos fueron los dos coches contra los que se había chocado el asesino, en la calle Del Playa, con nombre español como casi todas las de Isla Vista. Después, vimos flores y mensajes en el lugar en donde una chica había resultado herida. Luego, en la casa donde vivía el asesino no había nada, pues aún no se sabía la identidad de los tres que habían sido encontrados allí. La hermandad estudiantil en donde habían muerto dos chicas y el supermercado en donde había fallecido otro chico (de apellido Martínez) era el epicentro de la tragedia, justo al lado de donde habíamos cenado. Allí había multitud de flores y mensajes y bastantes jóvenes medio llorando. El despliegue de los medios de comunicación era espectacular. Había más de una docena de camiones y furgonetas con sus antenas parabólicas y toda su parafernalia.

Es chocante el contraste de una sociedad que es capaz de construir una de las mejores universidades del mundo (la de Santa Bárbara está, en el ranking de Shanghái, la 35 del mundo y en el área de física, con cuatro premios Nobel, es la número 12), pero que no puede erradicar esta violencia sin sentido.

## ***De proteínas, péptidos y comportamientos***

Cecilio J. Vidal Moreno, 14 de junio de 2014

La Bioquímica y la Biología Molecular intentan responder a la pregunta ¿qué es la vida? O en otras palabras ¿dónde reside la cualidad de lo que llamamos vida? Puesto que todos los organismos, desde los más sencillos, los virus, hasta los más complejos, las plantas y animales, están compuestos por carbohidratos, lípidos, nucleótidos y proteínas, el reto de desentrañar dónde residen y cómo se articulan las manifestaciones de 'la vida' pasa por comprender, en términos de moléculas y átomos, los principios que dirigen y regulan cada una de las actividades de los seres vivos, los humanos incluidos. Tal vez, al intentar explicar las actividades de la especie humana en base a interacciones entre átomos y moléculas caigamos en una suerte de reduccionismo e incluso determinismo, en la medida que pueda suponer una restricción en la capacidad de elegir libremente del ser humano. Pese a ello, la información disponible apoya la idea de que la herencia genética y las situaciones familiares, socio-culturales y económicas de la infancia influyen poderosamente en la conducta de los adultos. Para entender en términos moleculares la vida y sus manifestaciones habremos de conocer antes las funciones que desempeñan carbohidratos, lípidos y proteínas y el significado de sus interacciones a dos y tres bandas. La tarea no es nada fácil, si tenemos en cuenta que el genoma humano, con sus 23000-25000 genes, es capaz de codificar unas 100.000 proteínas distintas, y eso sin contar las variantes de una misma proteína que derivan de la adición de azúcares, fosfato y otros cambios. Merced a las proteínas, y sus parientes los péptidos, los humanos podemos movernos y alimentarnos, relacionarnos con otros, elegir, aceptar y rechazar, dormir y despertar, disfrutar de una hermosa visión, mantener la salud física y mental...Cuerpo y mente se sostienen el uno al otro mediante un diálogo preciso y continuo, cuyas pautas y consecuencias comienzan a ser comprendidas en términos moleculares. La relación entre la pérdida de función de algunas proteínas y las depresiones, los fallos de aprendizaje y memoria, los cambios en la conducta inducidos por péptidos producidos en neuronas y otras células de nuestro cuerpo, y la implicación de ciertas proteínas en los graves problemas del Alzheimer y Parkinson no hacen sino resaltar la relación entre las actividades de las proteínas y las funciones cognitivas. Extender y comprender mejor tales relaciones servirán para explorar nuevas estrategias terapéuticas.

## ***Imprimiendo corazones***

Pablo Artal Soriano, 21 de junio de 2014

Para los que tenemos una edad las impresoras supusieron una gran novedad ocupando un papel fundamental durante varias décadas, dejando en el olvido a las máquinas de escribir y el papel carboncillo de copia. Pero como todo tiene sus tiempos, que se lo digan a la selección española de fútbol en Brasil, las impresoras están ahora en clara retirada. Las tabletas, y otros dispositivos, van reduciendo el número de copias en papel que se hacen y les pasará lo que al papel carboncillo en algunos años.

Como a “rey muerto, rey puesto”, han llegado las impresoras en tres dimensiones (3D) con la promesa de una nueva revolución, en este caso para que todo el mundo pueda fabricarse cualquier cosa. Una impresora 3D es un pequeño robot que deposita capas de un material hasta formar un objeto que puede tener cualquier forma. Se pueden encontrar desde sistemas para aficionados de bajo coste hasta equipos muy complejos y costosos que se usan en prototipado y en procesos de fabricación. Mi sensación sobre esta tecnología es que sin llegar a ser tan disruptiva como algunos prometían, se irá extendiendo a muchas aplicaciones, en algunos casos ciertamente inesperadas.

Y en esta categoría se encuentra la posibilidad de imprimir tejidos vivos hasta construir órganos. Quizás en el futuro sea posible imprimir bajo demanda corazones o riñones para ser trasplantados sin tener que depender necesariamente de donantes. Aunque esto parece ciertamente lejano, lo que algunos científicos ya están haciendo es utilizar impresoras 3D para crear tejidos de cartílago colocando capas de un gel que contiene células vivas. Pueden imaginar que los cartuchos de tinta contienen los distintos componentes, y de forma similar a los diversos cartuchos de colores, ahora son de varios tipos de células. Y otros científicos están tratando de crear huesos, vasos sanguíneos o piel. La estrategia más común es tener una estructura de soporte sobre la que la impresora coloca las células vivas en las posiciones y cantidades adecuadas para copiar las estructuras naturales que se pretende replicar. Pero las dificultades para construir órganos completos son realmente formidables. Uno de los muchos problemas que la naturaleza ha resuelto maravillosamente es la forma de nutrir a las células mediante una extensa y sofisticada red de capilares microscópicos. Copiar algo similar con la impresión 3D resulta una tarea hercúlea. Imprimir un corazón completo requiere sin duda de una sofisticación que excede nuestras capacidades, pero como siempre en la ciencia y la tecnología lo importante es empezar a hacer el camino.

## ***Síntesis orgánica: ciencia y estrategia***

Alberto Tárraga Tomás, 5 de julio de 2014

Desde que en 1828 Friedrich Wöhler consiguiera la primera síntesis de un compuesto orgánico, por conversión de isocianato amónico en urea, la síntesis de moléculas orgánicas de interés industrial, biológico, clínico, medioambiental o tecnológico, ha constituido uno de los campos de investigación más fructíferos de esta ciencia, cuya incidencia en la economía mundial y en el bienestar de los ciudadanos está fuera de duda, sin olvidar los avances conseguidos como ciencia básica. En este contexto, baste señalar la importancia de la síntesis orgánica en industrias tan importantes como la farmacéutica, perfumes, cosméticos, plásticos, plaguicidas, etc. o en las de nuevos materiales.

Sin embargo, todos estos avances conseguidos en el área de la síntesis orgánica han sido posibles gracias al descubrimiento de nuevas reacciones, a la mejora de las ya conocidas y a la profundización en el conocimiento de los mecanismos y de todos los factores involucrados en la construcción de ese mundo molecular.

Por otra parte, e independientemente de la complejidad estructural del compuesto a sintetizar, la estrategia clave a seguir en el diseño y ejecución de un esquema de síntesis es que el producto final se pueda conseguir a partir de los materiales de partida más baratos y accesibles, con el máximo rendimiento y con el mínimo número de etapas intermedias, pues de ello dependerá el precio del producto final. En este contexto, es preciso subrayar que, hasta hace pocos años, la consecución de reacciones benignas desde un punto de vista medioambiental, no constituía una preocupación importante en el desarrollo de nuevos protocolos sintéticos. Esto ha cambiado significativamente, ya que las regulaciones de los organismos nacionales e internacionales competentes han forzado a la investigación y desarrollo de nuevos métodos sintéticos, evaluados, no solo por su utilidad, sino, también, por aspectos medioambientales tales como la economía de átomos, que permite cuantificar la eficacia de una reacción, la producción de residuos y el consumo de energía. Resulta, pues, obvio que cada vez se hace más necesaria la investigación en el desarrollo de metodologías sintéticas que permitan la simplificación de las etapas, con la consiguiente minimización de tiempo y energía, y el ahorro de recursos consumidos en el aislamiento y purificación de los compuestos intermedios resultantes en cada una de las etapas de síntesis. De esta manera, la síntesis de moléculas orgánicas podrá acortarse de forma significativa generando procesos que, además de ser más competitivos económicamente, cumplan con los criterios de sostenibilidad.

## ***Peleas de científicos***

Pablo Artal Soriano, 12 de julio de 2014

Si ustedes piensan que el mundo de la ciencia es una balsa de aceite de suaves formas académicas, puro altruismo y dedicación austera por el avance del conocimiento, siento contribuir a cambiarles esa visión idealizada. En alguna columna anterior ya he tratado de hacerles notar que la ciencia no está exenta de las miserias que abundan en cualquier otra actividad humana. Los casos de fraudes, plagios y otras lindezas son, desgraciadamente, tan comunes como en otras situaciones donde existe un alto grado de competición, por ejemplo el deporte, la política o los negocios.

En las diversas comunidades de científicos hay intensas peleas para dirigir las tendencias y con ello las grandes sumas dedicadas a la financiación. Un ejemplo en los últimos años han sido las campañas mediáticas para justificar y afianzar la inversión en los grandes aceleradores de partículas, alrededor de la posible confirmación de la existencia del bosón de Higgs. El mensaje de los promotores de la “gran ciencia” de la física de partículas era claro: necesitamos los enormes recursos e infraestructuras para el avance de este conocimiento, fundamental para entender la naturaleza. En el otro bando, muchos otros científicos que hacen (hacemos) “pequeña” ciencia, muestran sus dudas de que esas inversiones sean la manera óptima de avanzar. En este caso el mensaje es: todos esos ingentes recursos dedicados a los grandes proyectos se retraen directamente de los ya magros presupuestos generales de la ciencia.

Algo similar ha pasado esta misma semana en relación a la iniciativa sobre el cerebro humano financiada por la Unión Europea como respuesta, o complemento, a un proyecto similar de la administración Obama en EEUU. El objetivo más ambicioso trata de simular en el ordenador el funcionamiento de nuestro cerebro. Mientras que los medios y los políticos glosaban el interés del proyecto, cientos de neurocientíficos han firmado una carta criticando duramente esta iniciativa. Las razones esgrimidas son científicas, pero en el fondo vuelve a subyacer la misma idea anterior. Si un único grandioso proyecto se lleva casi todo el dinero, es seguro que el resto veremos recortados nuestros presupuestos: “gran” *versus* “pequeña” ciencia.

Mi opinión sobre este asunto es que al avance real de la ciencia y la tecnología contribuyen más, y más eficazmente, la ciencia pequeña o mediana. Pero es cierto que, en áreas de frontera, sólo los megaproyectos organizados casi militarmente pueden tener éxito. Bienvenidas sean estas peleas entre científicos, afortunadamente incruentas, si acaban en tablas.

## **Se mueve**

Pablo Artal Soriano, 19 de julio de 2014

Nuestros ojos se mueven continuamente para colocar nuestra fovea, la zona central de la retina que nos proporciona la visión de detalles, sobre los objetos que requieren nuestra atención. Estos movimientos oculares se denominan sacádicos. Se trata de una danza continua ya que realizamos más de 60.000 de ellos al día. Tras cada movimiento nuestra visión queda suprimida durante un breve período de tiempo (unos 50 milisegundos) en el cual nos quedamos prácticamente a ciegas, por un mecanismo que se denomina “supresión sacádica”. Si sumáramos la duración de todas estas supresiones sacádicas, podríamos decir que pasamos alrededor de 1 hora al día sin ver, y sin percatarnos de ello.

Y, además, tras cada uno de estos movimientos el cristalino, la lente en el interior del ojo, debería moverse por inercia. El impacto de estos movimientos sería un emborronamiento de las imágenes en la retina, y por lo tanto de nuestra visión. Sin embargo, no tenemos la sensación de que la lente se mueva cada vez que cambiamos la dirección de mirada. Para explorar este asunto, construimos en nuestro laboratorio un instrumento para registrar los movimientos del cristalino tras realizar movimientos sacádicos.

Observamos que el cristalino oscila después de cada movimiento sacádico emborronando durante unas décimas de segundo las imágenes en la retina. Al mismo tiempo se produce el ‘micro-apagón’ en nuestro sistema visual que dura un tiempo similar a ese vaivén del cristalino y que evita que notemos las imágenes “movidas”. Las razones neurológicas de la supresión de visión post-sacádica no están claras. Lo que nosotros encontramos fue que esa interrupción de la vista tras cada movimiento del ojo y las oscilaciones del cristalino tienen una duración similar, por lo que podrían estar de alguna forma sincronizadas. Dicho de otra forma, nuestros resultados pueden sugerir que nuestro sistema visual desarrolló una estrategia de protección contra la degradación de la imagen retiniana durante los movimientos oculares en la que se priorizó la ‘microceguera’ temporal impuesta por el cerebro a una visión con fenómenos anómalos por los emborronamientos que pudiera resultar confusa y molesta. Pero esto es todavía una especulación y solo nuevos experimentos podrán dilucidarlo.

Lo cierto es que se trata de un bello mecanismo de compensación. Si el cristalino estuviera “anclado” al ojo, el enfoque a objetos cercanos se vería dificultado. Al no estarlo, tras mover el ojo oscila y emborrona las imágenes, pero durante un pequeño período de tiempo en el que el sistema visual “desconecta”.

## **Laser y antitumorales**

Cecilio J. Vidal Moreno, 27 de septiembre de 2014

Uno de los retos a los que se enfrentan los doctores que intentan salvar la vida de los enfermos de cáncer es lograr que los fármacos destruyan el tumor y no las células sanas. Si se consigue, se podrán reducir los conocidos efectos secundarios de la quimioterapia. La colaboración entre investigadores en los campos de la biología molecular y química-física ha dado como resultado un tratamiento que utiliza un rayo de luz láser para depositar, de modo selectivo, los fármacos en las células cancerosas. El sistema permite ejercer un control preciso del sitio y del momento en que se deja en libertad el fármaco. De este modo se logra aumentar la eficiencia del agente antitumoral para destruir las células cancerosas, al tiempo que se impide, en buena medida, el ataque del fármaco a las células no cancerosas. Se protege así a las células y tejidos sanos y se atenúan los efectos secundarios de la quimioterapia.

Tras numerosos intentos, los investigadores han desarrollado una nueva clase de nanocápsulas (partículas sumamente pequeñas) que liberan el fármaco encerrado en su interior cuando las nanocápsulas absorben la energía de una radiación capaz de atravesar los tejidos. La nanocápsula va provista de nanoválvulas que regulan la liberación del agente antitumoral a través de miles de poros. Como una botella y su tapón, el extremo de cada poro está tapado por un compuesto fotosensible. El fármaco antitumoral se libera al irradiar la nanocápsula con luz láser de una determinada energía. La profundidad que alcanza el láser seleccionado es de unos 4 centímetros desde la superficie de la piel. Un compuesto fluorescente incorporado a la nanocápsula permite seguir su recorrido por todo el cuerpo del enfermo, aplicando técnicas de imagen, y conocer el instante preciso en el que las nanocápsulas penetran en las células cancerosas y se acumulan en los lisosomas. Es en ese momento cuando se dispara el láser y se libera el fármaco dentro de la célula tumoral.

Tras comprobar la eficiencia de las nanocápsulas en pacientes con cáncer de mama, se estudia ahora su utilidad para el cáncer de estómago, colon y ovario. La liberación local del fármaco en el tumor permite reducir la dosis unas 40 veces, una circunstancia que también ayuda a minimizar los efectos indeseables de la quimioterapia. Más información en Angela A. Hwang, Jie Lu, Fuyuhiko Tamanoi y Jeffrey L. Zink, 2014, *Small*; doi: 10.1002/smll.201400765.

## **Ciencia bella**

Alberto Requena Rodríguez, 4 de octubre de 2014

Si la Ciencia no es divertida, sugerente y retadora no puede ser buena Ciencia. Un enunciado así para empezar, solo tiene parangón con el que hiciera Ortega en 1933 cuando inauguró los cursos de verano, de la Universidad Menéndez Pelayo. Decía, “sin la técnica, el hombre no existiría, ni habría existido jamás”.

Para hacer Ciencia no basta el mero análisis, ni la sola demostración, es preciso la intuición y el afecto. No basta con encapsular cualquier cosa en unas ecuaciones, como propugnó el positivismo del XIX, cuando empezaron algunos a creer que todo lo cognoscible estaba al alcance, como hoy lo cree Steve Weigbaum, por muy Nobel que sea. Descubrir conlleva una cierta disposición a dar entrada a la intuición. Sin el mecanismo inductivo nunca ha progresado la Ciencia. Es necesario que haya una colocación del observador abandonando los esquemas conocidos, para establecer una correspondencia entre el yo y la realidad.

Hace falta un interés por el objeto estudiado, si no es muy difícil llegar a conocer algo. El estupor inicial es imprescindible y hay una correspondencia entre la belleza y la verdad. No es que todas las cosas bellas sean verdaderas, hay demasiados contraejemplos: Vulcano, un planeta entre el Sol y Mercurio; la teoría de la Tierra en continua expansión; la generación espontánea, en vigor desde Aristóteles hasta el siglo XIX; la Teoría del Universo estático, que cautivó, incluso al propio Einstein, hasta que Hubble predijo los agujeros negros y la más reciente de 1989 de Einschmann y Pons con la fusión fría, que puso en cuestión la teoría nuclear y a la propia Termodinámica, para acabar en un fraude, hoy admitido por todos. Es cierto, pero, pese a ello, la belleza de una teoría es un buen indicio. Dirac decía “tiene mucho más valor que las ecuaciones sean bellas a que respondan a todos los hechos experimentales”. Cuando se comprobó la teoría de la relatividad en la que Einstein predijo que la luz sufriría una deflexión al pasar cerca de un cuerpo masivo (el Sol), se hicieron dos experimentos, uno Brasil y otro en Sudáfrica. Los resultados de Brasil no corroboraron nada, ante lo que Einstein afirmó: “Los experimentos están equivocados, no es posible que una teoría tan bella sea errónea”. Así fue, por cuanto los de África del Sur confirmaron plenamente la teoría de Einstein.

## ***Sierras con la soga al cuello***

Pablo Artal Soriano, 11 de octubre de 2014

Espero que las últimas lluvias no les hayan hecho olvidar la sequía terrible que hemos padecido en el último año en el sureste de España. Con una precipitación media de 130 litros por metro cuadrado, menos de la mitad de lo normal, no andamos lejos de lo que reciben zonas consideradas como desiertos. Las consecuencias para la agricultura de secano son evidentes, menores o nulas cosechas, llegando a la pérdida de árboles en algunas zonas.

Otro efecto colateral de la sequía es la situación de las sierras interiores de la región de Murcia. En particular, las sierras de Burete, Cambrón y Lavia. Se tratan de estribaciones de la cordillera bética de relativamente baja altura y extensiones pequeñas. Si miran una fotografía de satélite de la región de Murcia, las reconocerán como pequeñas manchas verdes situadas entre Bullas y Cehegín al norte y las pedanías altas de Lorca al sur. Estas sierras están pobladas principalmente por pino carrasco y una abundante variedad de sotobosque como lentiscos o jaras. Es relativamente fácil ver en ellas zorros y jabalíes y por supuesto aves rapaces.

El valor paisajístico de estos parajes es, en mi opinión, incalculable. A poco más de media hora en coche de la capital de la región y tras atravesar zonas desérticas, cualquiera puede permitirse el lujo de encontrarse en medio de unos lugares de excepcional belleza.

Pero la sequía, aliada con la desidia en su mantenimiento ha colocado a estos montes literalmente con la soga al cuello. Si han sobrevivido al “largo” verano de 2014 ya es un verdadero milagro. Las posibilidades de un incendio que acabe con vastas extensiones de pinares son altísimas. Muy altas temperaturas, sequedad extrema y un mantenimiento que parece nulo se combinan para que, en cualquier momento, de manera natural o provocada, salte la chispa que borre del mapa alguna de estas manchas verdes de manera irreversible.

Estas sierras están declaradas como zonas de interés comunitario y de especial protección de aves. Pero no parece que esto sea suficiente para protegerlas de las amenazas. Con pequeñas inversiones se podrían mantener los montes limpios, roturar cortafuegos y utilizar la biomasa. Y con algo de voluntad, se deberían restringir todo lo que conlleva serios riesgos, como la caza, el uso deportivo de vehículos a motor o las actividades industriales. Seguir sin hacer nada es simplemente esperar a que más pronto que tarde leamos la noticia de que alguna de estas maravillosas sierras ha sido arrasada.

## ***Nakamura: el Nobel rebelde***

Pablo Artal Soriano, 18 de octubre de 2014

La semana pasada se anunciaron con la fanfarria habitual los premios Nobel. Los premiados en Física y Química han sido una sorpresa para casi todos, distinguiendo la ciencia aplicada: los diodos emisores de luz (LED) azules (Física) y las técnicas de superresolución en microscopía (Química).

Uno de los ganadores del premio Nobel de Física ha sido Shuji Nakamura, un ingeniero de origen japonés nacionalizado norteamericano, que trabaja en la Universidad de California en Santa Bárbara. Nakamura ya era un científico muy conocido en todo el mundo, también en España pues había ganado el premio Príncipe de Asturias de investigación en 2008. Por supuesto por sus trabajos con los LEDs azules, pero también por su lucha personal contra la compañía Nichia, para la que trabajaba cuando realizó esas investigaciones.

Los LEDs rojos y verdes existían desde los años 50, pero su equivalente azul se resistió durante décadas. No era un asunto menor pues sin azul, no se podía completar la triada de colores de la luz blanca, necesaria para las aplicaciones en iluminación o pantallas. Nakamura, basándose en trabajos de Akasaki y Amano, convenció a su empresa para dedicarse a la búsqueda del LED azul. El riesgo era muy alto, como también el posible beneficio. En Nichia apoyaron a Nakamura aunque sus investigaciones estuvieron a menudo cuestionadas por el temor a que fracasaran.

Finalmente, el LED azul fue una realidad y las patentes de Nakamura proporcionaron enormes sumas de dinero a la compañía Nichia. Sin embargo, Nakamura fue “recompensando” por el trabajo y las patentes con sólo 20000 yenes (menos de 200 euros). Esto es algo normal en Japón y otros países, donde las empresas que asumen los riesgos económicos se quedan con las multimillonarias ganancias. Los científicos e ingenieros se conforman con su salario y el reconocimiento como inventores. Pero Nakamura demandó judicialmente a Nichia reclamándole una parte del dinero ganado con sus patentes. Esta rebeldía contra lo establecido no debió resultarle fácil. Aunque finalmente llegaron a un acuerdo por el que Nichia pagó 8 millones de dólares a Nakamura, una parte muy pequeñas de los beneficios, este emigró a Estados Unidos. Su batalla legal cambió en parte las relaciones laborales de los científicos en Japón. Parece justo que quien pone la inventiva y el conocimiento comparta una parte de las ganancias. Y también me parece justo que al cabo de 20 años le hayan dado el Nobel a Nakamura, aunque muy probablemente ya no necesite el dinero.

## **Bacterias y electricidad**

Mariano Gacto Fernández, 25 de octubre de 2014

Cuando las bacterias respiran llevan a cabo oxidaciones y reducciones que generan electricidad. Esto ocurre cuando las células oxidan un donador de electrones orgánico o inorgánico y separan los electrones de los protones durante el transporte de electrones. Eventualmente, los electrones reducen algún aceptor y los protones generan la denominada fuerza motriz de protones, que es la fuente energética de las células.

La eliminación de los electrones es esencial para la generación de energía en cualquier forma de respiración. En tales condiciones, el aceptor funciona como un ánodo eléctrico y la célula bacteriana facilita la transferencia de electrones desde el donador al ánodo. Investigaciones recientes han revelado que hay bacterias que forman conexiones eléctricas directas con materiales que pueden aceptar o donar electrones. La transferencia de electrones se hace a través de pelos o fimbrias superficiales de las células y varios estudios confirman que la materia orgánica que forma las fimbrias es por sí misma conductora. Estas estructuras conductoras de electricidad funcionan como nanocables eléctricos, de modo similar a un cable de cobre en cualquier circuito doméstico. Estos mismos nanocables pueden formar uniones entre las células, de modo que los electrones obtenidos por una célula en la oxidación de donadores orgánicos de electrones, se pueden enviar a un aceptor de electrones adecuado.

El trasvase bacteriano de electrones puede ocurrir a distancias espaciales relativamente grandes, lo que permite hablar de conexiones eléctricas bacterianas. La superficie de estas bacterias conductoras tiene rugosidades que recorren por completo su longitud y tales estructuras están implicadas en el transporte de los electrones desde el compuesto que se oxida en un extremo de la cadena celular hasta la reducción de otro compuesto que se reduce en el extremo opuesto.

La comunicación eléctrica entre las células bacterianas puede ser un modo importante por el que los electrones generados durante el metabolismo microbiano en hábitats anaerobios se mueven hasta regiones aeróbicas. El análisis de la microbiología del proceso indica que esta electricidad microbiana puede ser empleada en forma de “pilas celulares de combustible” en el que las bacterias podrían oxidar compuestos carbonados tóxicos o de desecho en medios anaerobios, y acoplar los electrones resultantes a la generación de energía eléctrica. En dicho esquema, las bacterias serían explotadas funcionando como catalizadores para encauzar los electrones desde los donadores hasta ánodos artificiales, y la corriente eléctrica producida podría derivarse para cubrir el suministro de una parte de las necesidades humanas de energía.

## ***Pérdida de oportunidades***

Angel Pérez-Ruzafa, 1 de noviembre de 2014

Para amar hay que conocer y para gestionar hay que comprender. No podemos gestionar nuestros recursos naturales y mantener su potencial económico si desconocemos los procesos ecológicos que los soportan. Para ello hay que investigar y para investigar se necesitan personas preparadas, infraestructuras y financiación.

En el medio marino surgen, aunque sea como serpientes de verano, cuestiones que nadie parece responder. ¿Favorecen las reservas marinas la pesca y el turismo o son solo un anhelo conservacionista? ¿Es efectiva la protección o el furtivismo la malogra? ¿Habrán medusas el próximo verano? ¿Por qué algunos años hay menos? ¿Se enturbiará el agua si no las hay? ¿Volverán los caballitos de mar? ¿Cuánto turismo, y dinero, perdemos por culpa de estos problemas? ¿Qué ganamos o perdemos con un macropuerto en el Gorguel?

Los países como España, y las regiones con menos presupuesto e infraestructuras, como Murcia, tienen serias dificultades para financiar su investigación. Ello implica un enorme esfuerzo en tiempo, recursos propios e imaginación por parte de los investigadores que optan por intentarlo. Algunos consiguen abrir líneas punteras, que probablemente morirán con ellos. Pero la investigación para responder a las necesidades de gestión queda en gran parte sin cubrir. Se dice que esto beneficia a los especuladores, porque pueden tomarse decisiones perjudiciales para la Región, pero lucrativas para unos pocos, bajo la excusa de la falta de información.

Lo triste es que, incluso con el escaso presupuesto disponible, podría lograrse más. Se gastan cantidades ingentes de dinero en pescar medusas; para implementar las directivas europeas se hacen seguimientos ambientales o se recogen estadísticas, con criterios erráticos, en distintas Consejerías. La duplicidad y el solapamiento entre administraciones locales, regionales y nacionales es lamentablemente frecuente y los trabajos suelen hacerse al margen de la ciencia. ¿Dónde están esos datos? Generalmente traspapelados. Frecuentemente son inutilizables porque no siguen los estándares de calidad científica; el diseño inadecuado de los muestreos impide que puedan extraerse conclusiones; demasiadas veces ni siquiera son fiables porque han sido tomados por personas sin preparación, pensando únicamente en el rendimiento económico; en algunos casos lamentables son plagiados de otros informes...

Las regiones pobres no pueden permitirse este despilfarro. Con un plan coordinado de necesidades de información para la gestión y una planificación con bases científicas para la recogida, almacenamiento y uso de datos, los recursos invertidos se podrían rentabilizar, cubriendo las necesidades de conocimiento, infraestructuras, actividades de investigación y la formación de personal especializado ¿Qué impide hacerlo?

## **2015, año internacional del suelo**

Carlos García Izquierdo, 8 de noviembre de 2014

Diversas actuaciones realizadas por algunos países durante años, han desembocado en situaciones negativas hacia la protección de los suelos. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) fue incluso criticada hace unos años al no apostar decididamente por políticas tendentes a dicha protección. Todo ello a pesar de lo prioritario que debería ser salvaguardar un recurso natural tan valioso como el suelo, impidiendo su degradación y hasta su pérdida en determinados casos.

Para los científicos que nos dedicamos a la Ciencia del Suelo, esta situación no es nueva. Desde siempre se ha tenido clara la necesidad de proteger la calidad del aire y del agua, recursos claves para la salud de la población mundial, pero ¿por qué y contra qué proteger el suelo si siempre ha estado ahí y estará? Este razonamiento tan simple no tiene en cuenta que nuestro suelo es fundamental dentro de los sistemas productivos de alimentos y de otras materias. Almacena carbono en mayor medida que otros ecosistemas, habitamos sobre el suelo y toda nuestra vida se desarrolla sobre él, da cobijo a un amplio conjunto de organismos vivos, ayuda a depurar compuestos no deseables, e incide favorablemente sobre la gestión del agua hacia ríos y acuíferos; y sobre todo, es el soporte por excelencia para mantener una vegetación acorde con el ambiente.

El empeño de muchas personas en estos últimos años, para hacer entender a quienes impulsan normativas que el suelo es un recurso fundamental que necesita con urgencia ser considerado como tal, si queremos enfrentarnos a los desafíos actuales y futuros, ha dado sus frutos: la 38 sesión de la Conferencia de la Organización para la alimentación y la agricultura (FAO) instó a declarar el 5 de diciembre como Día Mundial del Suelo, y a nominar el 2015 como Año Internacional de los Suelos. El principal objetivo de esta actuación es sensibilizar a la población en general sobre la importancia global de los suelos y la necesidad de conservarlos para futuras generaciones. Si somos capaces de conseguir la implicación de la sociedad y de la administración en una adecuada toma de decisiones, y concienciarnos del papel crucial del suelo en la seguridad alimentaria, la adaptación y la mitigación del cambio climático, los servicios ecosistémicos esenciales, la mitigación de la pobreza y el desarrollo sostenible, estaremos en disposición de hacer un buen legado para la humanidad, la cual, desde luego, no será capaz de vivir sin suelo.

## **Premios Nobel de Física 2014**

Miguel Ortuño Ortín, 15 de noviembre de 2014

Este año la Academia de Ciencias Sueca ha tenido a bien otorgar el premio Nobel de Física a Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura por el desarrollo del diodo de emisión de luz (LED, por sus siglas en inglés) azul y el ahorro energético que conlleva. Los tres científicos son japoneses, aunque Nakamura está nacionalizado norteamericano y trabaja en la Universidad de California en Santa Barbara. Akasaki y Amano pertenecen a la Universidad de Nagoya.

El primer LED que se construyó fue el rojo en los años 50 y el verde se consiguió unos 10 años después. Faltaba el azul para completar la tríada de colores de la iluminación, lo que como explicaba mi compañero Pablo Artal Soriano en una columna anterior no era una cuestión baladí. Cuanto mayor es la frecuencia de la luz, más difícil es construir el correspondiente LED, pues se necesita un material semiconductor con una alta separación energética entre bandas. Muchas grandes empresas dedicaron importantes recursos para su obtención, pero solo los tres galardonados tuvieron éxito. Estos investigadores eligieron como material de trabajo el nitruro de galio, que se sabía que tenía una adecuada separación energética, pero que presentaba importantes retos tecnológicos que hubo que ir superando sistemáticamente. En primer lugar, fue difícil sintetizarlo con el suficiente grado de pureza. Luego hubo que saber cómo doparlo adecuadamente (el dopado es fundamental en los LED, en las células solares y en la electrónica). Por último, fue necesario diseñar cómo crecer las distintas capas que forman la estructura.

El LED azul, además de usarse en las pantallas de televisión o de móviles, se utiliza en los DVD y en los “blue ray”, que se llaman así por el color del LED que emplean. La luz azul, al ser de mayor frecuencia, permite una mayor capacidad de almacenamiento. Este tipo de LED operando a frecuencias algo mayores sirve como purificador por su poder de eliminación de microorganismos.

Los LED tienen una elevada eficiencia energética porque generan luz transformando directamente la energía de los electrones en energía luminosa, mientras que las bombillas normales generan luz por el calentamiento del filamento producido por los choques de la corriente eléctrica.

El trabajo por el que se ha concedido el Nobel es una investigación aplicada, a caballo entre la física y la ingeniería. Se ha convertido en costumbre que cada varios años este premio se conceda a investigaciones aplicadas.

## **Comprométase con la Ciencia**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 22 de noviembre de 2014

En estos tiempos en los que parece que nadie confía en nadie, los científicos vuelven a ser uno de los colectivos en los que más se confía y más se valora atendiendo a los resultados del último “euro barómetro”. Sin embargo, aunque la opinión de los ciudadanos ha cambiado en los últimos años a favor de la prioridad que debe tener la ciencia y la tecnología en el gasto público, el compromiso y la participación individual sigue siendo muy limitada. La ciencia y la tecnología necesitan más compromiso y participación de los ciudadanos.

Los investigadores tenemos que ser mejores comunicadores; explicar más y mejor qué hacemos, cómo lo hacemos, con qué lo hacemos, cuáles son nuestros resultados y como, todo esto, se traslada al bienestar de la sociedad es su más amplia acepción. Pero lo importante, en mi opinión, es que no solo la ciencia y la tecnología tengan como prioridad mejorar el bienestar social, sino que los ciudadanos confíen su bienestar a la ciencia y la tecnología, que las hagan un poco más suyas, que las defiendan, que participen y se comprometan.

En este sentido, y más allá de su asistencia en actividades de ciencia (exposiciones, museos, etc.), en estos momentos se requiere del compromiso y la participación directa de los ciudadanos. Para ello, nuevas vías de participación como las agendas de ciencia y tecnología, las acciones de “ciencia con y para la sociedad” recogidas en el programa europeo Horizonte 2020, las nuevas plataformas de “*crowdfunding*” para la financiación ciudadana de proyectos como es el caso de “precipita” ([www.precipita.es](http://www.precipita.es)) u otras acciones de micromecenazgo potenciadas por la próxima ley de reforma fiscal, serán buenos indicadores del interés y del compromiso de la sociedad, sabiendo que las acciones de tipo económico no van a ser, ni deben ser, una fuente estructural de financiación de la ciencia y la tecnología.

Los ciudadanos deben percibir que solo la ciencia y la tecnología pueden ayudar a gestionar un futuro lleno de incertidumbres. Dentro de 100 años, ¿tendrá la población una salud mejor?, ¿tendremos agua y alimentos suficientes y seguros?, ¿existirán nuevas fuentes de energía? Seguro que sí, pero no del modo que lo conocemos hoy en día, porque la ciencia habrá ayudado a resolver estos retos y a aplicar soluciones innovadoras. Eso sí, siempre que contemos con la confianza y el compromiso de nuestros ciudadanos.

## **Vino y ciencia**

Pablo Artal Soriano, 29 de noviembre de 2014

Es difícil encontrar un producto con una historia tan larga y una importancia tan extraordinaria como el vino. Se afirma que el vino es tan viejo como la civilización, con evidencias del cultivo de la vid y de la fermentación controlada del zumo de la uva, 6000 años antes de Cristo.

Hoy, más de 8000 años después, la producción de vino es una industria global y altamente competitiva. Y por supuesto, la ciencia ha estado bien presente en esta larga historia. Desde ayudar a superar la catastrófica epidemia de filoxera en Europa de finales del siglo XIX hasta la vendimia automatizada o los procesos de fabricación controlados industrialmente hasta el más mínimo detalle. Otro aspecto en el que en las últimas décadas la ciencia ha sido especialmente activa ha sido en la búsqueda de los beneficios que el vino aporta a la salud. Muchos científicos han buscado compuestos específicos en el vino con propiedades antienvjecimiento. Uno de los más conocidos es el resveratrol. Estudios en animales han mostrado que produce un efecto similar a la restricción calórica, una de las pocas opciones probadas y ciertamente de difícil implementación práctica, que parece tenemos para alargar la vida.

Pero un posible mal uso de la tecnología ha podido llevar a una creciente uniformización de los vinos, a menudo a costa del sabor y a veces de la calidad. Por supuesto, en un mundo tan complicado como el del vino, con un enorme rango de precios, que va desde algunos céntimos a miles de euros, hay también amplio margen para charlatanes y esoterismos que promueven vendimias y fermentaciones siguiendo las fases lunares y otras alambicadas prácticas con indemostrables beneficios.

Curiosamente, un buen número de afamados viticultores de todo el mundo dicen seguir mágicos procedimientos de este tipo, y como no podía ser de otra manera, existen consumidores supuestamente sofisticados que se sienten atraídos por esos mensajes. A mí personalmente todo esto me suena muy parecido a los mensajes de la homeopatía o la astrología. Estoy totalmente de acuerdo en promover cultivos y procedimientos tradicionales y en recuperar variedades olvidadas y casi arrasadas. Les aconsejo, si no lo han hecho ya, probar los recuperados vinos de garnacha, y espero que pronto los de forcalla.

También en el mundo del vino se deben hacer las cosas entendiendo las razones, es decir, con más ciencia y menos magia. Eso sí, combinando ciencia con cariño y cuidado tendremos mejores y diferentes vinos que nos sigan emocionando.

## **75 Aniversario del CSIC**

Carlos García Izquierdo, 6 de diciembre de 2014

En este año 2015 se cumplen 75 años de la constitución del CSIC (Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas), la mayor institución pública dedicada a la investigación en España. El CSIC mantiene como objetivo desarrollar investigaciones en beneficio del progreso científico y tecnológico, y su principal misión es contribuir al avance del conocimiento y al desarrollo económico, social y cultural, así como a la formación de personal y al asesoramiento de entidades públicas y privadas en materia de investigación. El CSIC desempeña un papel central en la política científica y tecnológica, ya que abarca desde la investigación básica a la transferencia del conocimiento al sector productivo. Cuenta con el 6 por ciento del personal dedicado a la Investigación en España (más de 15.000 trabajadores, de los cuales alrededor de 3.000 son investigadores en plantilla y otros tantos científicos en formación), y genera el 20 por ciento de la producción científica nacional. Además, cuenta con unidades mixtas con Universidades y otros OPIs. La Agencia Estatal CSIC articula su investigación en grandes áreas científico-técnicas que cubren la mayor parte del conocimiento humano, desde los aspectos más básicos o fundamentales de la Ciencia hasta los desarrollos tecnológicos más complejos; desde las ciencias humanas y sociales a la ciencia y tecnología de alimentos pasando por la biología, la biomedicina, la física, la química, los materiales, los recursos naturales o las ciencias agrarias. Sin embargo, y a pesar de la importancia que tiene la investigación científica para nuestra sociedad, la ciencia ha sufrido grandes recortes y problemas diversos en los últimos años a los que el CSIC no ha sido ajeno. Pero la mayoría de investigadores del CSIC creemos en lo que hacemos y apostamos decididamente por el futuro; apostamos por la excelencia y la calidad de la ciencia que se hace en nuestra institución, por la apertura hacia los retos sociales que supone los nuevos programas estatales y europeos del horizonte 2020, por la colaboración con otras instituciones, por su internacionalización, y sobre todo, apostamos porque nuestra sociedad entienda y valore en su justa medida la utilidad de nuestro trabajo. El futuro pasa por la investigación, y el CSIC estará sin duda ahí, apoyando dicha investigación y procurando ofrecer a nuestros jóvenes científicos la posibilidad de hacer investigación científica de calidad dentro de nuestra institución, y haciendo que tanto ellos como nuestro país se sientan orgullosos del CSIC.

## ***Virtualidad versus necesidad***

José S. Carrión García, 13 de diciembre de 2014

La tradición oral agasuvi, del África occidental, sostiene que no cabe correr detrás de la felicidad, pues ésta se suele situar a nuestra espalda. Y es que, cruzando el dédalo de nuestras vidas de hormiguitas hacendosas, olvidamos con frecuencia el poder salvífico de lo razonable.

Hace poco tiempo mi hija, que se encuentra terminando sus estudios de Grado en la Universidad de Adelaida (Australia), me comentaba que, después de medio año de lejanía de su familia y amistades, había invadido su consciencia una suerte de pesadumbre nostálgica. Ahí estaba Lara, instalada en el imperativo kantiano del abrazo imposible, o en la necesidad eventual de una conversación auténtica en el contexto físico de aquello que invariablemente contiene su memoria de 22 años.

La crisis española tiene como rasgo distintivo haber escupido a las filas del desempleo y la emigración a los jóvenes más competentes, legado de la generación política más incompetente y perversa de nuestra historia reciente. Nuestra crisis reproduce un panorama desolador que introduce inestabilidad en las familias y una notoria falta de equilibrio entre la vida profesional y la vida privada.

En el paraíso de las grandes redes cooperativas, en la era de la transparencia global y de la conectividad, sigue siendo fundamental un tejido de relaciones emocionales sólidas. Las emociones y el cerebro inmune son casi la misma cosa y, como animales sociales, no debería sonar a tópico que el aislamiento mata. Podemos permitir el exilio de nuestros hijos, pero no podremos exiliarnos de nuestra historia primate, así que más vale reconocer que necesitamos amor y seguridad para nosotros y nuestro pequeño clan afectivo, una cuadrilla con quien contar cuando las cosas vengan torcidas, una comunidad regenerativa estable para comer, dormir, hacer el amor, conversar, reír y llorar.

Porque la retórica de la globalización, con su narcosis de conformismo, nos ha puesto duro el acceso a nuestra sabiduría interior y al final olvidamos el valor intrínseco de las personas, tal vez afectados por eso que Fromm denominó orientación mercantil de la personalidad. Pues aún en reductos de insubordinación, urge un retorno a los modos profesionales que posibiliten armonizar el cuerpo, las emociones, el intelecto y el espíritu. Somos personas reales repletas de seres imaginarios, como afirmaba Graham Greene. Pero no podemos vivir en un escenario de añoranza cotidiana. Flauvert lo puso con arte: “los recuerdos no pueblan nuestra soledad, como suele decirse: al contrario, la hacen más profunda”.

## **100 años de investigación oceanográfica**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 20 de diciembre de 2014

Todo tiene un principio, un punto de partida. Y aunque tendemos con demasiada frecuencia a olvidar el principio, es importante tenerlo siempre presente, especialmente cuando son historias de éxito en ciencia, como la que celebramos durante el 2014 con el centenario de uno de nuestros prestigiosos organismos públicos de investigación: el Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Y con motivo de esta celebración y gracias a su labor divulgativa, son muchos los ciudadanos que están conociendo y reconociendo su buen hacer en la investigación oceanográfica en todos los mares del mundo, en la constante asistencia al sector y las políticas pesqueras. Recientemente, la región ha tenido la oportunidad de tener a uno de sus buques oceanográficos más avanzados, el Ramón Margalef en jornada de puertas abiertas así como exposiciones y actividades en diferentes municipios. Excelencia y relevancia unidas en el quehacer diario de más de 500 personas dedicadas a la investigación oceanográfica.

Un centro de investigación en San Pedro del Pinatar, una planta de cultivos en Mazarrón y la próxima inauguración de una infraestructura singular: el gran tanque de atunes, son testigos de la importancia del IEO en la Región de Murcia.

Pero como decía, todo viaje tiene su principio. Zarpaba de Cartagena en 1885 “la Blanca”, una vieja fragata testigo del combate del Callao en tierras peruanas, convertida para la ocasión en buque oceanográfico con una comisión de naturalistas que tenían al frente a Odón de Buen, un pionero de la investigación oceanográfica.

Gracias a su formación y reconocimiento internacional y su innata capacidad, Odón de Buen, catedrático en las Universidades de Barcelona y Madrid, fue un adelantado capaz de introducir nuevos conceptos tanto en el ámbito académico como fueron las prácticas de campo, en la divulgación científica aproximando las teorías darwinistas a la ciudadanía o abordando nuevos conceptos en oceanografía como la sostenibilidad de la pesca y su estudio ecosistémico. Pero sin duda alguna, su mayor hito fue la creación del IEO en 1914.

Ahora que, gracias a la investigación oceanográfica, miramos al mar como fuente esencial de alimentos, de componentes bioactivos para la cura de enfermedades, como fuente de energía o de modulador climático, también miramos con satisfacción el centenario viaje del IEO desde su principio, a través de la silueta de un hombre adelantado que supo mirar más lejos y que ha servido como hombros de gigante de la oceanografía española: Odón de Buen y del Cos.

## ***Miedo, virus y comunicación***

Mariano Gacto Fernández, 10 de enero de 2015

Pasada la oleada de preocupación generada por la presencia del virus Ébola en nuestro país, cabe plantear algunas reflexiones al respecto. Con alguna razón, alguien ha definido a nuestra sociedad como científicamente analfabeta, consideración que se debe, al menos en parte, a que los medios de comunicación no clarifican algunos aspectos científicos que podrían modelar la opinión de la ciudadanía sobre bases sólidas y reales. Con frecuencia, se resaltan matices sensacionalistas dirigidos a una población desinformada, encubriendo a veces la propia ignorancia de los informadores. Así, en los recientes episodios sobre el Ébola en España se pretendió elevar un problema de salud laboral a la categoría de problema de salud pública, pese a que, de hecho, pocas enfermedades infecciosas son más difíciles de transmitir que la producida por este virus hemorrágico. Como se sabe, su transmisión requiere un contacto fácilmente controlable desde el punto de vista epidemiológico. Pese a ello, se llegó a hablar de potenciales epidemias entre la población, convirtiendo así una cuestión de un mero control sanitario en una explosiva mezcla de aspectos médicos, sociológicos y políticos. Finalmente, la evidencia se ha ido imponiendo a la polémica y las verdaderas dimensiones del problema han terminado por encajar en sus justos términos.

El virus del Ébola ha causado una decena de miles de muertes en el mundo. Pero cuando esta realidad se analiza en un plano comparativo con otras enfermedades infecciosas de impacto actual, sorprende el llamativo silencio de los medios de comunicación. Tomemos, por ejemplo, otro caso de distribución mayoritariamente tropical. La malaria ha sido, y continúa siendo, uno de los mayores azotes de la humanidad. Afecta a unos 300 millones de personas en todo el mundo y causa más de un millón de muertes al año (frente a los miles del Ébola). Las especies más virulentas del microorganismo causante son resistentes a compuestos que, como la quinina, pueden evitar o tratar la malaria, y los insecticidas son poco eficaces sobre los mosquitos que transmiten la enfermedad. Otras enfermedades, como la tuberculosis, ofrecen panoramas similares de elevada mortalidad y de incidencia superior a la del Ébola. En las últimas décadas, la emergencia de nuevas bacterias, virus y priones en las sociedades desarrolladas ha provocado alarmas similares a las del Ébola en los medios de comunicación, pero conviene no sacar el cuadro del razonable marco de la realidad por convertirlo en noticia.

## ***Año internacional de la luz***

Pablo Artal Soriano, 17 de enero de 2015

La asamblea general de las Naciones Unidas declaró 2015 como el año internacional de la luz y de las tecnologías basadas en ella. Siempre me ha parecido que cuando se declara el “año de algo” se trata de salvar algo en peligro que está en dificultades. Pero con el año de la luz no es el caso pues las tecnologías ópticas están tan presentes en nuestra vida que es difícil no tenerlas en cuenta a diario. Tanto es así, que en mis clases de física hace años comenzaba el curso preguntando a los estudiantes por casos de aplicaciones de la óptica. Últimamente, ya bromeo preguntando por ejemplos en los que no haya aplicaciones de la luz.

Pero se decidió dedicar este año a la luz para hacer aún más patente la importancia de las tecnologías ópticas para promover un desarrollo sostenible y obtener soluciones a los problemas a los que se enfrenta el mundo en energía, educación, agricultura o salud.

Las tecnologías basadas en la luz, óptica o fotónica, son una parte integral de nuestra vida cotidiana. Han cambiado la forma que se diagnostican y tratan muchas enfermedades y han hecho posible las comunicaciones globales e internet. Desde la caja del supermercado a su tableta, sin olvidarnos de sus gafas, casi todo lleva la impronta de la manipulación de la luz.

Quizás para celebrar el acontecimiento, la academia sueca concedió los premios Nobel de Física y Química de 2014 a temas relacionados con la luz. Los diodos de emisión de luz (LEDs) azules y las técnicas de microscopía de alta resolución.

En este año también se cumple el centenario de la teoría de la relatividad general de Einstein. Y muchas de las pruebas de su validez tuvieron que ver con la luz. De hecho, el primer éxito de la teoría de la relatividad fue la observación por Eddington en 1919 durante un eclipse del efecto del Sol en la desviación de la luz procedente de una lejana estrella. La luz, o su ausencia como en los agujeros negros, ha sido crucial para validar la teoría científica más importante del siglo XX.

Pero quizás aún más importante será su continua aplicación en tecnologías para resolver muchos problemas de la humanidad en este siglo XXI. Decididamente, aunque la óptica y sus aplicaciones no necesitaban de un año conmemorativo, bienvenido sea si sirve para que más personas sean conscientes de su importancia e impacto en nuestras vidas.

## **Universidad en crisis**

Pablo Artal Soriano, 24 de enero de 2015

El concepto decimonónico de universidad ha entrado en los últimos años en una fase de crisis aguda. Es algo mucho más profundo que la falta de dinero. Todos los cometidos tradicionales de la universidad están en cuestión. Valga como muestra esta pregunta: ¿Qué sentido tienen para los alumnos las clases anticuadas y aburridas (probablemente una mayoría) si pueden tener gratis las más actualizadas y brillantes en las plataformas “MOOCs” (“*massive open on-line courses*”)? Es cierto que estas todavía se usan principalmente como complemento por las dificultades en la evaluación y homologación de títulos, pero es probable que se acaben imponiendo de manera natural. Para el estudiante es una gran ventaja, pero para aquellas Universidades que ofrezcan una mala calidad docente suponen una gran amenaza.

Las miserias y limitaciones de muchos docentes, tradicionalmente amparados en la libertad de cátedra o en el hermetismo del aula, quedan ahora al descubierto. Los conocimientos y los métodos están expuestos a la comparación constante en esta época. Para el estudiante es positivo ya que tiene menos posibilidades de ser engañado, pero las universidades mediocres tienen cada vez más difícil no parecer que lo son.

Para complicar más el escenario, aunque existe un enorme potencial de talento entre el personal de las universidades, en muchos casos se encuentran sin guía, sin objetivos claros, sin estímulos y moviéndose sólo por las inercias o por criterios personales de hacer bien las cosas. Al no existir mecanismos sólidos de dirección, las fobias y enfrentamientos entre empleados son moneda común y suelen empantanar la acción correcta. Ninguna organización puede avanzar con un personal desmotivado, envejecido y mal aprovechado, además costoso.

Otro aspecto en el que la universidad española fracasa en gran medida es en el aprovechamiento del potencial de los estudiantes. La falta de motivación y el poco esfuerzo son moneda común en nuestras aulas. El círculo vicioso está servido: el estudiante no se esfuerza en algo que le interesa poco y que cree que le servirá de poco.

Los intereses pequeños y cortoplacistas, el desinterés de los políticos y de la sociedad no parecen augurar que la situación pueda mejorar. Si no se hace nada, todas nuestras universidades irán pareciéndose cada día más a flojas academias de enseñanza. Eso lastrará el país y sobre todo hará que los jóvenes brillantes más pobres tengan menos oportunidades de subir en la escala social a base de su esfuerzo y talento.

## **Y se hizo la luz láser**

Pablo Artal Soriano, 31 de enero de 2015

Esta semana ha fallecido Charles Townes, científico norteamericano que fue uno de los pioneros del láser. LASER es el acrónimo de amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación, un instrumento que ha devenido de uso generalizado. En 1964, Townes recibió el premio Nobel de Física, compartido con Nicolay Basov y Aleksandr Prokhorov, por el desarrollo del primer máser, que operaba en el rango de las microondas, y fue el precursor del láser. En 1958 publicó en la revista "Physical Review", junto con su cuñado Arthur Schawlow, el artículo "Infrared and optical masers", donde describían un instrumento para producir luz láser, es decir mediante emisión estimulada. El primer "máser óptico" operativo lo construyó Theodore Maiman en 1960. El nombre inicial de máser óptico no tuvo mucho éxito y fue sustituido por el de láser.

La historia del desarrollo del láser es más interesante que una buena novela. Y me parece que aporta muchas enseñanzas sobre cómo funciona la ciencia y la tecnología. La emisión estimulada de la radiación había sido predicha teóricamente por Einstein a principios del siglo XX, pero durante las siguientes décadas los físicos tenían el convencimiento de que no podría realizarse en la práctica. Vista la situación con la perspectiva del tiempo, es bello notar que un desarrollo con tantas aplicaciones prácticas como el láser, tiene su origen en el interés de entender la naturaleza de la interacción entre la materia y la radiación. Para aquellos que, quizás un poco ingenuamente, piensan que los avances tecnológicos se deben buscar exclusivamente muy cerca de la aplicación este es un buen ejemplo de que lo realmente importante proviene casi siempre del interés más profundo y fundamental por el conocimiento.

Otro aspecto con moraleja de esta historia es el escepticismo inicial de los científicos de la época. Cuando Townes sugirió que quería construir un oscilador para generar microondas con frecuencia pura, celebridades como Rabi, Bohr o Von Neumann le expresaron sus reservas y su convicción de que esa empresa sería imposible y nunca funcionaria. Por supuesto en su propia universidad, Columbia, le sugirieron que se dedicara a cosas más "útiles y productivas". Afortunadamente, Townes no les hizo caso y su máser funcionó. La resistencia a los cambios es a menudo tan grande como la voluntad de algunos individuos excepcionales para llevarlos a cabo. Y en este caso, la luz láser se hizo en 1960 para acompañarnos y ayudarnos en nuestras vidas para siempre.

## ***Una obligación ambiental***

Carlos García Izquierdo, 7 de febrero de 2015

Nuestra estructura industrial y social hace complicado ir al deseable “Residuo Cero”, y por ello nuestro día a día genera residuos. De todos los existentes, aquellos orgánicos son importantes porque tienen un origen diverso (urbano como residuos domésticos o lodos procedentes de depuración de aguas; animal como los estiércoles y purines; o agrícola o agroalimentario), se producen en cantidad elevada, y se generan de manera diaria y puntual. De no darles una solución adecuada pueden causar graves problemas como malos olores, o incluso ser focos de infestación pudiendo perjudicar a la salud. En la actualidad, la gestión y manejo de los residuos que producimos supone ingresos muy apetecibles para quienes los gestionan; un ejemplo de ello son las multinacionales que hay detrás de este negocio. Pero si bien la mencionada gestión de residuos cuenta con una vertiente económica clara, esto no debería ser el único argumento (ni el más importante) para abordar dicha gestión de la forma mejor y más sostenible posible, permitiendo convertir los residuos en recursos, y buscando su valorización cuando sea posible. Necesitamos pues dar salida a los residuos de manera eficaz, evitando siempre cualquier riesgo para los ecosistemas implicados. La investigación científica aporta conocimiento a las posibilidades para acometer la valorización de residuos orgánicos, consiguiendo así una economía saludable y activa ligada a los mismos, capaz de generar puestos de trabajo dentro de una perspectiva social y ambientalmente correcta. Como ejemplo se puede citar la obtención de bioenmiendas y fertilizantes agrícolas a partir de algunos residuos orgánicos, conseguir energía mediante su biometanización (biogás) o producción de bioetanol, o la obtención de productos con valor añadido a partir de ciertos residuos con características idóneas para ello.

Hoy en día existe bastante caos en la gestión y valorización de residuos orgánicos a nivel europeo, nacional y autonómico, debido al desigual criterio tanto en países europeos como en comunidades autónomas. Ello complica la buena gestión de todos nuestros residuos orgánicos (de todos, no de unos pocos), lo que sería deseable, y podríamos decir que obligatorio. Más vale que esto lo tomemos en serio; si lo hacemos podremos tener una sana economía a partir de los residuos (orgánicos), sostenible, con futuro y generadora de riqueza y trabajo. Si no gestionamos nuestros residuos de manera correcta podríamos tener problemas ambientales muy serios. Y recordemos que “Nunca pasa nada, hasta que pasa”.

## **¿Chinches en la cama?**

José García de la Torre, 14 de febrero de 2015

Hablar de chinches - esos bichos que se esconden por las camas y pican a rabiar, ¡y “chinchán” a base de bien! cuando dormimos - en un país occidental, en el siglo XXI, parece un tanto anacrónico. Pero lo que podría suponerse reducido a algunos alojamientos colectivos (residencias, albergues, etc.), en los últimos años ha experimentado una inusitada proliferación. No solo en ese tipo de lugares y en ciertas regiones...

En los mismísimos Estados Unidos y Canadá se están detectando numerosos y amplios focos en suburbios residenciales, afectando a viviendas de alto nivel, y estableciéndose incluso en hoteles de bastantes estrellas. Así que, como ya les picaban a los norteamericanos, se pusieron a investigar. Un grupo canadiense parece haber encontrado una excelente solución para erradicarlos de allá donde se encuentren. El hallazgo está publicado en muy prestigiosas revistas de química (*Angewandte Chemie International Edition*; *Chemical & Engineering News*).

Como otros insectos, las chinches emiten unas sustancias volátiles, las feromonas, mediante las cuales se comunican, relacionan, marcan sus caminos, etc. El grupo investigador ya había encontrado algunas, sobre todo 2-hexanona y disulfurodimetilo. Pero sus experimentos sobre el comportamiento de estos bichos les hacía sospechar que habría algún otro marcador que guiaría a sus congéneres hacia las víctimas, indicando donde hay abundante sangre que chupar. Y lo han encontrado: la histamina. ¿Les suena lo que es un antihistamínico? Cuando sufrimos ciertos procesos inflamatorios, como lo son las picaduras de estos y otros bichos, nuestro organismo, en su respuesta inmune, genera inmediatamente esa sustancia, la histamina, causante del enrojecimiento y el picor. El fármaco antihistamínico alivia esos síntomas. Pues bien, la sangre que las chinches nos sacan va cargada de nuestra propia histamina, que va a parar a las heces o fragmentos de piel que las chinches desprenden. Y estos residuos quedan cerca, y marcan a la colonia de chiches los sitios donde alimentarse.

Se está ya preparando, para su comercialización, un “cocktail” de feromonas, histamina e insecticidas que puede convertirse en la solución a esta clásica (y nuevamente de actualidad) plaga. Pequeños parches que lo contuvieran, estratégicamente colocados, serían las trampas. Parafraseando la famosa fábula de Samaniego: “A un riquísimo cocktail, muchos chinches acudieron, que por golosos murieron, presos de patas en él”.

## **Descubriendo la pólvora**

Alberto Requena Rodríguez, 21 de febrero de 2015

Hoy, la frase “descubrir la pólvora” es usual cuando se quiere lanzar una invectiva a alguien que ha hecho o dicho algo que resulta ser “la verdad de Perogrullo”. Tan común ha llegado a ser la pólvora, que el dicho se ha convertido en lapidario. En la vida corriente, la pólvora se descubre, irremisiblemente, por todas partes y en todo tiempo.

Pudo descubrirse en China entre los siglos VII y IX. En occidente apareció en el siglo XII, con la fórmula original de salitre (nitrate potásico), azufre y carbón, según consta en los escritos del monje inglés Roger Bacon. Pero fueron los trabajos de los alquimistas orientales los que la dieron a luz. Los chinos la usaban para fabricar fuegos artificiales. Pero aquéllos, lejos de los actuales, no tenían el carácter festivo-recreativo que gozan hoy. Eran un acompañamiento ritual en sesiones de acercamiento al “Dios mayor del Universo”. Estas ceremonias eran una invocación al “Maestro Alquimista” mediante el ruido, la luz y el aroma peculiar de la pólvora cuando cumple su misión. La explosión que protagonizaba la pólvora tenía un significado especial. Al provocarla, los alquimistas suponían que “despertaban” al Gran Creador, que entonces se manifestaba, debido a que se sentía atraído por el fenómeno que podría parecerle que tenía su misma naturaleza.

La difusión posterior supone que se introduce en Europa a través del Medio Oriente. Se propone al monje alemán Berthold Schwarz como el primero que la empleó para impulsar un proyectil a principios del siglo XII. Consta que en Inglaterra se fabricaba en 1334 y en Alemania en 1340. En el sitio de Pisa, se empleó para derribar fortificaciones por los ejércitos milaneses, florentinos, genoveses y franceses que la sitiaron en 1403. Hasta la aparición del “oro fulminante” en 1628, no hubo otro explosivo. Hacia mediados del XVI la producción era monopolio estatal y se inició su uso en las guerras que se sucedieron. La pólvora fue, probablemente la primera gran aportación de la Alquimia. En algún momento, la Alquimia, de la mano de Lavoisier, es sucedida por la Química, en la parte material, que no la filosófica.

Esta disciplina se implantó en Murcia en 1940, aunque a través de Ciencias ya inició su andadura en 1916. Este año, genuinamente, la Facultad celebra su 75 aniversario. Descubriremos su nobleza y sus aportaciones a la Comunidad, vitales para esta Región. Aquí ha sido mucho más que solo Química.

## ***Polvo eres... o la paradoja de la vida***

Angel Pérez-Ruzafa, 28 de febrero de 2015

Estos días se nos recuerda que polvo somos y en polvo nos convertiremos. Esto no es un augurio siniestro, sino la expresión de un principio fundamental de la física, la denominada Segunda Ley de la Termodinámica. Dicha ley predice que de manera irreversible todo sistema tiende a desorganizarse y hacerse homogéneo. Pero si esto es así, ¿cómo es posible que exista la vida? Los seres vivos somos estructuras altamente complejas que se autoorganizan a partir de un entorno menos complejo, de átomos y moléculas más simples. La vida resuelve esta paradoja aprovechando que en el cambio de un estado complejo a otro más simple se produce un flujo de energía que puede utilizarse para generar trabajo y dicho trabajo es utilizado por la vida para construirse a si misma, aunque el entorno se degrada y la Segunda Ley se cumple en el conjunto. Por eso la vida busca las fronteras y es en las fronteras donde se mueve la historia, se desarrolla la cultura, se produce el comercio, surgen las grandes ciudades e imperios.

La Evolución ha sido un proceso continuo en el que los organismos y los ecosistemas tienden a aumentar su complejidad y poder tener más control sobre el proceso de transformación de la energía y su propio funcionamiento. Para ello adquieren estructuras y establecen nuevas relaciones que les permiten ser más eficientes y competitivos en la utilización de los recursos y de la energía.

La segunda ley y la forma de neutralizarla tienen consecuencias importantes a la hora de valorar la importancia del esfuerzo y de superar dificultades en la construcción de uno mismo, en la formación de un deportista o un profesional o en la educación de nuestros hijos. Pero también en cómo salir de una crisis o en cómo ser más competitivos. Tiene otra consecuencia poco deseable y es que cuando la vida no encuentra un cambio de estado que esté teniendo lugar de forma natural puede inducirlo transformando materiales o sistemas complejos y estructurados en sistemas desestructurados. Es decir, lo que llamamos contaminar. Contaminar resulta por tanto inevitable si se quiere mantener un cierto nivel de complejidad, y esto afecta a los enfoques que debemos utilizar para resolver el problema de la contaminación que, al mismo tiempo puede hipotecar nuestro futuro y reduce nuestra calidad de vida. Quizás tengamos oportunidad de ir desarrollando los matices e implicaciones de todos estos aspectos en futuras columnas.

## ***El cáncer que se incrementa con el Sol***

José Luis Iborra Pastor, 7 de marzo de 2015

El melanoma es un cáncer que se inicia en los melanocitos, células que sintetizan el pigmento melanina, que colorea el cabello, piel e iris del ojo, y nos protege de los rayos ultravioleta. Es un tumor que impulsa la formación de eSpecies de Oxígeno Reactivas (ROS), compuestos muy oxidantes (aniones superóxidos, peróxidos, radicales hidroxilos) que modifican las moléculas de los ácidos nucleicos y las proteínas, alterando sus comportamientos celulares. El melanoma comienza con un lunar y está fuertemente asociado a la exposición de radiaciones UVA y UVB solares, y de las cabinas bronceadoras. También se produce en cualquier tejido con melanocitos, como los intestinos. Los factores genéticos pueden incrementar el riesgo de melanoma. En la diagnosis, un melanoma se caracteriza por su estadía numérica, basada en cómo crece en la piel y se dispersa en el cuerpo. Se distinguen cinco niveles: en el inicial 0, las células de melanoma están aún confinadas en la epidermis, capa superior de la piel; en el nivel 4, el cáncer está en un estado avanzado y se ha dispersado por el cuerpo, incluyendo los pulmones, el hígado, el cerebro, los huesos, los nódulos linfáticos distantes u otras áreas de la piel. En los niveles intermedios del 1 al 3, el melanoma crece de 2-4 mm, y aumenta la dispersión por la piel, por los vasos linfáticos o por las glándulas linfáticas próximas, y disminuye la posibilidad de eliminarlos por cirugía.

El melanoma ha aumentado en los últimos 30 años en las personas de raza blanca, pero se ha estabilizado en las de color. Una persona blanca en USA tiene una probabilidad 1:50 en desarrollar melanoma, mientras que las de raza negra es 1:1.000. La piel oscura contiene más melanina, que protege de los efectos del sol. La mayoría de los melanomas en poblaciones de raza blanca están unidos a mutaciones producidas por la exposición al sol, mientras que la mitad de los melanomas en las personas de raza negra se produce en las áreas no expuestas al sol. Aunque el melanoma en personas de piel negra es menos frecuente, sin embargo, es letal. El índice de supervivencia de cinco años de un individuo americano-africano diagnosticado con melanoma es del 73% en comparación con el 91% de un caucasiano. En los últimos cuatro años, se han aprobado siete tratamientos que destruyen las células cancerosas o estimulan el sistema inmune prolongando la vida de los pacientes.

## **Protociencia**

Gregorio López López, 21 de marzo de 2015

El término protociencia se usa para describir una nueva área de esfuerzo científico en proceso de consolidación. Es un término a veces usado para describir una hipótesis que aún no ha sido probada adecuadamente por el método científico, pero que es por lo demás consistente con la ciencia existente o que, donde no lo es, ofrece una razonable cantidad de inconsistencia. Algunas protociencias progresan hasta ser una parte aceptada de la ciencia establecida. Otras fallan en esta consolidación, o se vuelven pseudocientíficas cuando sus seguidores persisten a pesar de carecer de evidencias científicas que sustenten sus puntos de vista.

En sentido histórico se considera protociencias a disciplinas como la astrología o la alquimia, que dieron paso a la astronomía y la química con la aparición del método científico. Actualmente, la alquimia es de interés para los historiadores de la ciencia y la filosofía, así como por sus aspectos místicos, esotéricos y artísticos. La alquimia fue una de las principales precursoras de las ciencias modernas, y muchas de las sustancias, herramientas y procesos de la antigua alquimia han servido como pilares fundamentales de las modernas industrias química y metalúrgica. Sin embargo, la negativa de sus practicantes a aceptar dicho método hace que hoy día sean consideradas pseudociencias. El término pseudociencia tiene connotaciones negativas, porque se usa para indicar que las materias así etiquetadas son erróneas o engañosamente presentadas como científicas. Por este motivo, aquellos que propugnan por determinada pseudociencia normalmente rechazan esta clasificación. El carácter de pseudociencia depende menos del ámbito u objeto de estudio que de la actitud de sus seguidores hacia la crítica y, en general, hacia al método científico.

Hay que distinguir la ciencia de la protociencia. Esta última es con frecuencia especulativa y se basa en conjeturas, suposiciones y evidencias que no pueden ser verificables. Se dice que se hace ciencia cuando se trabaja con el método científico. Si la investigación no cumple con los requisitos mínimos de este método, ya no estamos hablando de ciencia. Albert Einstein no recibió su Nóbel por la teoría de la relatividad, dado que ésta no tenía soporte experimental como sí lo tenía su trabajo sobre el efecto fotoeléctrico galardonado en 1921. La teoría de la relatividad general, que empezó siendo una protociencia, hoy es considerada ciencia. La actitud de Einstein fue someterse al método científico, que demostró la validez de su teoría.

## ***RNAs extracelulares: un nuevo tipo de señal endocrina***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 28 de marzo de 2015

Según el denominado dogma central de la Biología Molecular, el DNA se autorreplica y codifica el RNA que a su vez sirve para la síntesis de las proteínas que desempeñarán papeles muy variados en la célula. Poco a poco, se ha ido descubriendo que los RNAs son biomoléculas más versátiles de lo que se pensaba, pudiendo desempeñar papeles catalíticos, como sucede en la biosíntesis de proteínas en el ribosoma donde un RNA actúa como un enzima. Pues bien, hace tiempo que se había venido observando la presencia de pequeños RNAs en la sangre de mamíferos, pero hasta recientemente no se ha concluido que estos RNAs tienen un significado biológico, al ser producidos en unas células y servir de señal para otras. Estos RNAs extracelulares (exRNA) se producen tras el procesamiento de precursores en el núcleo, procesándose finalmente en el citoplasma dando lugar a dúplex de RNA de 22 pares de bases que son los miRNAs (microRNAs). Cuando estos miRNAs salen al torrente circulatorio serán los exRNAs o RNAs extracelulares. Para evitar su digestión por RNAsas estos ácidos nucleicos deben viajar asociados a estructuras que los protejan, como son lipoproteínas (HDL), exosomas, cuerpos apoptóticos o microvesículas lipídicas. Se han observado hasta ahora comunicaciones intercelulares mediante estos exRNAs entre células cancerosas situadas en diferentes localizaciones e incluso podría ser este un camino de propagación del tumor o, al menos, una señal preparatoria para su expansión. También entre células endoteliales y células del músculo liso, y en estos casos el RNA extracelular puede regular la expresión génica de la célula diana. Muy curioso es que podrían darse incluso comunicaciones interespecie por este camino. Se ha comprobado que exRNAs procedentes de arroz pueden modular los niveles de lipoproteínas en humanos y de la misma forma, exRNAs secretados por microorganismos pueden condicionar la expresión génica de células de tejidos distantes. Quedan muchas incógnitas por resolver sobre este interesante descubrimiento, tales como la forma en que se regula la producción de exRNAs, cómo se secretan y cómo consiguen penetrar en las células dianas. Pero ciertamente que merece la pena su estudio. Además, el hecho de que cambien sus niveles en sangre en función de estados funcionales diferentes o patologías diversas, hace pensar en que pueden ser nuevas moléculas que ayuden en el diagnóstico, Y es más, ¿por qué no pensar en administrarlos o bloquearlos como método terapéutico, una vez que hayamos descifrado sus funciones?

## ***El Mar Menor: Tratamientos sin receta médica***

Angel Pérez-Ruzafa, 11 de abril de 2015

¿Quién debe diagnosticar las enfermedades de los ecosistemas? Y, una vez diagnosticadas, ¿quién establece el tratamiento a aplicar? Las respuestas, que en el caso de nuestra salud no ofrecen dudas, no parecen tan claras cuando se trata de los ecosistemas. Casi cualquier titulado superior puede realizar una evaluación de impacto ambiental y diagnosticar si el ecosistema está enfermo o no. Otra cosa es si el diagnóstico es acertado o si se han realizado las pruebas adecuadas que lo justifiquen.

Nos alarmamos si un graduado en enfermería receta tratamientos contra el cáncer, pero no si cualquier titulado decide que nuestros ecosistemas están sanos. No es corporativismo, simplemente con la salud no se juega. En la prevención de impactos, diagnóstico del estado ecológico y restauración de los ecosistemas deben participar equipos multidisciplinares, en los que todos tienen cosas que decir, pero diferenciando quién diagnostica la enfermedad, nos opera o nos impone un tratamiento, de quién realiza los análisis clínicos, quién elabora o vende los medicamentos y quién diseña la política sanitaria para garantizarnos una sanidad pública y de calidad.

Si con nuestra salud lo tenemos claro, resulta sorprendente que, con los ecosistemas, que son mucho más complejos que un cuerpo humano y cuyo estado afecta a la salud y la calidad de vida de todos, no nos importe en manos de quien estén.

Tampoco sirve de mucho un buen diagnóstico si decidimos automedicarnos. Hay medicamentos que sólo se prescriben con receta médica porque su mal uso puede tener consecuencias irremediables.

Esta es la situación del Mar Menor, uno de los ecosistemas más singulares de Europa y que más bienes y servicios ofrece a la Región de Murcia. Se le están aplicando medidas que pueden dejarle secuelas irreparables. Las palas excavadoras se pasean por sus playas, poniendo y quitando arenas, dragando las orillas, produciendo turbidez y macerando sus fondos. Estas medidas producen precisamente el efecto contrario al que se busca. El primer temporal vuelve a poner la arena en el agua, aunque donde no le corresponde, formando desniveles y barras paralelas a costa. El ecosistema se desestabiliza, favoreciendo la proliferación del alga *Caulerpa prolifera*, y se colmatan las praderas de la fanerógama *Cymodocea nodosa*. Con ello se deteriora el principal refugio de los alevines de peces que luego querríamos pescar, y sobre todo, se producen el enfangamiento y los malos olores que querríamos evitar. Alguien debería velar por nuestro sistema sanitario ambiental.

## ***Terapia con factores de crecimiento celular***

Vicente Vicente García, 18 de abril de 2015

Hace veinte años se obtuvieron por tecnología recombinante una serie de proteínas con capacidad de modular la producción de células sanguíneas. Ello supuso un notable avance. Desde entonces, la eritropoyetina, que regula la producción de glóbulos rojos, se utiliza en determinadas anemias, especialmente las que acompañan la insuficiencia renal. El factor de crecimiento granulocítico, que regula la producción de leucocitos, se utiliza para acortar el periodo de caída de los neutrófilos que puede ocasionar la quimioterapia, lo que impide el retraso de nuevos tratamientos, y también reduce el riesgo de infecciones. El factor estimulador de la producción de las plaquetas, la trombopoyetina, es muy útil para tratar determinados pacientes con disminución plaquetaria de origen inmune, y de esta forma evitar el riesgo hemorrágico.

Junto a estos productos, existen otros, que pese a su utilización son más controvertidos. Me refiero al “plasma rico en plaquetas” (PRP), que se utiliza en numerosas especialidades médicas: odontología y cirugía máxilofacial, traumatología, medicina deportiva y reumatología, cirugía plástica, medicina estética, oftalmología, urología, quemados, dermatología o cirugía torácica. Las plaquetas mantienen la integridad de los vasos sanguíneos e impiden la hemorragia, pero también participan en la reparación y regeneración de diferentes tejidos. Estas propiedades derivan de que las plaquetas son como una “esponja” y pueden liberar de su interior una gran cantidad de sustancias que favorecen las funciones mencionadas.

Se consideró que la obtención de plaquetas del paciente suspendidas en su plasma (PRP) y su infusión “local” podría tener efectos beneficiosos. Entonces, ¿por qué la controversia? La Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), en mayo de 2013 publicó un informe poniendo de manifiesto aspectos importantes a tener en cuenta por los prescriptores de esta terapia. En primer lugar, mantener las máximas garantías de calidad en la obtención y preparación del PRP, pues no hay que olvidar que es un componente de la sangre y es vehículo potencial de enfermedades transmisibles. Además, el informe recalca que muy pocas de las indicaciones de uso se han respaldado con ensayos clínicos que soporten su utilización. En ese mismo documento (INFORME V1/23052013), la AEMPS adelantaba la elaboración de un listado de aplicaciones sobre las que existe evidencia de un balance beneficio/riesgo favorable. En mi conocimiento, esa información todavía no está disponible.

En definitiva, se han alcanzado importantes logros con algunos factores de crecimiento celular, sin embargo, hay que ser cautos con otros donde la evidencia científica que soporta su uso es muy limitada.

## **Proyectos LIFE e investigación básica**

Juan Guerra Montes, 25 de abril de 2015

El Programa LIFE es el único instrumento financiero de la Unión Europea dedicado, en exclusiva, al medio ambiente. Su objetivo es contribuir al desarrollo sostenible y al logro de los planes pertinentes de la Unión en materia de medio ambiente y clima. Se basa en catalizar los cambios en el desarrollo para lograr los objetivos medioambientales. El Programa está gestionado por la Comisión Europea, siendo la Autoridad Nacional en el Estado español el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Básicamente se trata de mejorar la aplicación, el seguimiento y la evaluación de la política y la legislación de la Unión en el ámbito de la naturaleza y la biodiversidad, y realizar el seguimiento de los factores, presiones y respuestas que inciden en la naturaleza y la biodiversidad, dentro y fuera de la Unión.

El Programa tiene una clara tendencia social que aplica a la gestión del medio ambiente los resultados obtenidos durante muchos años de investigación básica, en diversos campos de las ciencias ambientales (botánica, zoología, ecología, geología, etc.). Es plausible que de los conocimientos básicos se pase a su aplicación de cara a la sociedad y el Programa lo permite. Pero una larga lista de inconvenientes se interpone entre los investigadores y los Proyectos LIFE.

Acceder a las subvenciones es complejo y la gestión de las mismas es tan burocráticamente entramada que la mayoría de los científicos e investigadores -que podría acceder- huyen de las solicitudes. Los Proyectos conllevan tal complejidad administrativa que necesitan mucho más que un equipo de científicos universitarios. De manera que quizás sólo las entidades administrativas del Estado (Consejerías de Medio Ambiente a la cabeza) tienen la infraestructura y personal para aplicar este tipo de proyectos. A la Universidad, por ejemplo, le resultaría extraordinariamente complejo ejecutar cualquier proyecto LIFE.

Por último, hay que resaltar que la inmensa mayoría de los LIFE descansan en investigaciones anteriores generadas por pequeños grupos de científicos universitarios, más bien altruistas y mal subvencionados, en contraste con las importantes cantidades de fondos (millonarias todas) que se conceden a los LIFE. Es oportuno aquello de “unos mueven el árbol y otros cogen las nueces”.

A esto hay que sumar el escaso reconocimiento que en general se le otorga a la investigación básica, pero sin embargo sus resultados se suelen aprovechar —de manera descarada— para obtener importantes beneficios en otros centros y para otros profesionales, que sin la labor anterior nunca hubieran sido capaces de acceder a un Proyecto LIFE.

## ***Cien años de Relatividad General***

Ángel Ferrández Izquierdo, 2 de mayo de 2015

El próximo noviembre se cumplen los primeros cien años de la Teoría de la Relatividad General de Einstein, el mayor hito científico del intelecto humano. Sí, esa teoría que intenta popularizar términos tan complejos como big bang, estrella de neutrones o agujero negro. La misma que ha convertido a Stephen Hawking en una figura mediática. Tres puntos esenciales nos acercarán a su comprensión.

Primero, nuestro mundo tiene cuatro dimensiones, tres de ellas relativas al espacio (largo, ancho y alto) y otra al tiempo, las cuales constituyen el llamado espaciotiempo, cuyos puntos tienen cuatro componentes. Segundo, la Teoría de la Relatividad Especial, de 1905, se construyó sobre un espaciotiempo, pero Einstein empleó una nueva geometría, la de Hermann Minkowski. Con ella se tiene una forma de medir la longitud de un vector, de manera que, a diferencia de la geometría de Euclides, aparecen vectores de longitud negativa, nula y positiva. Los primeros son los más importantes, mientras que los segundos representan las trayectorias descritas por los fotones, las partículas de un rayo de luz. En dicha teoría el espaciotiempo no está curvado, es decir, el camino más corto entre dos puntos es una línea recta.

Tercero, la genial idea de Einstein fue considerar que el espaciotiempo estaba curvado, más bien se parecía a una esfera (curvado positivamente) o a una silla de montar (curvado negativamente). Precisamente, esa curvatura es la fuerza de gravedad, es decir, el espaciotiempo, imaginado como un trozo de tela, se curva por la presencia de un cuerpo pesado y tal deformación modifica la trayectoria de un objeto que pase cerca. Como se suele decir, el más pesado atrae al que pesa menos. En otras palabras, sin la presencia de materia, el espaciotiempo es llano, como un inmenso campo de fútbol, pero se curva, se deforma, en las cercanías de un cuerpo pesado, como una estrella.

Einstein formuló su teoría con una única ecuación, tan sencilla como bella y útil, que no solo ha resistido todos los envites a los que ha sido sometida, sino que hoy sigue tan viva como hace cien años.

Para conmemorar la efeméride, los físicos y matemáticos de la Universidad de Murcia que trabajan en la Relatividad de Einstein y sus extensiones, como gravedad cuántica y cosmología, han organizado, con el patrocinio de la Fundación Cajamurcia, dos ciclos de conferencias, uno en mayo y otro en noviembre, donde, consumados especialistas españoles en la materia, nos pondrán al día sobre el estado de la teoría y sus más recientes éxitos.

## ***Gente adicta al sol***

José García de la Torre, 9 de mayo de 2015

Muchas personas sienten la necesidad de tomar el sol. El que suscribe, murciano adoptivo desde hace varias décadas, lo experimenta cuando, viajando por el norte, tiene un día gris tras otro. Y hay personas notoriamente adictas, que pasan muchas horas al sol de la playa o en los establecimientos de bronceado. Ciertamente, una moderada exposición al sol es necesaria para nuestra salud física y mental. Por ejemplo, como factor esencial para la fijación del calcio o por su efecto antidepresivo. Pero está demostrado que el grado de exposición y sus riesgos están continuamente creciendo, siendo el cáncer de piel uno de los pocos que no cesa de aumentar. Pues bien, se ha publicado (en la prestigiosa revista científica “Cell”) que es porque el sol es adictivo – como si fuera una droga – probándolo mediante ensayos de laboratorio y describiendo las bases bioquímicas de la adicción.

Los investigadores han demostrado que la exposición solar, particularmente a la radiación ultravioleta (UV), produce beta-endorfina. Las endorfinas son sustancias endógenas, generadas espontáneamente por nuestro organismo para producir bienestar. Por ejemplo, algunas endorfinas producidas por el ejercicio físico intenso alivian el cansancio. Son sustancias opiáceas (como la morfina), que uniéndose a proteínas receptoras que tenemos en la membrana de ciertas células, emiten al cerebro esa sensación placentera. En la mencionada investigación se trabajó con tres grupos de ratones: unos, naturales; otros, transgénicos que carecían de los receptores y otros, naturales también, a los que se les había suministrado una sustancia que bloquea los receptores de beta-endorfina. Estudiando su comportamiento, se comprobó que, tras exposición prolongada a rayos UV, en todos ellos aumentaban los niveles de beta-endorfina. Los ratones del primer grupo desarrollaban esa adicción, manifestándola claramente en su comportamiento, pero no así los de los otros dos grupos, lo cual se explica porque unos carecían de receptores y los otros por tenerlos inactivados, teniendo cancelado el efecto placentero.

El sol es un regalo de la naturaleza (o de la Creación, según cada cual lo vea: “... porque Él hace salir el sol sobre buenos y malos”, Mt 5:45). Nuestra región está en el “pódium” de las regiones más soleadas de España, y como pocas tenemos tal privilegio (todo lo contrario que los sufridos santiagueses-compostelanos). Tenemos un regalo. Claro que, con estas características, recordando que con los agentes adictivos el organismo aumenta la tolerancia y pide aumento de dosis, conviene recordar lo que se dice de tantas otras cosas: “lo poco sana, pero lo mucho...”.

## ***EL Glaucoma, una enfermedad degenerativa del sistema visual***

Manuel Vidal Sanz, 23 de mayo de 2015

Las enfermedades oculares que afectan la retina se podrían dividir artificialmente en dos grandes grupos, las de las capas más externas y por tanto de los fotorreceptores y las de las capas más internas y por tanto de las células ganglionares. Entre el primer grupo se encuentran la degeneración macular asociada a la edad, una de las causas más frecuentes de ceguera en el mundo occidental, y un grupo de enfermedades hereditarias de la retina, conocidas comúnmente como retinosis pigmentaria. En el segundo grupo se encuentran las enfermedades del nervio óptico y de las células ganglionares de la retina. El Glaucoma es un conjunto de enfermedades en las que el denominador común es la degeneración progresiva de las células ganglionares y sus axones, que se acompaña de cambios característicos en la papila del nervio óptico y déficits en nuestra percepción del mundo visual que pueden llegar a causar la ceguera (el glaucoma es la segunda causa de ceguera en países desarrollados).

Durante los últimos años se han acumulado evidencias clínicas y experimentales (de modelos animales de glaucoma) de que esta enfermedad crónica de curso insidioso afecta también a muchos de los núcleos cerebrales subcorticales y corticales que reciben información directa de la retina, trascendiendo de la propia retina. Es más, estudios más recientes documentan que también se afectan con el tiempo las células de las capas más externas, los fotorreceptores, por lo que la degeneración de la retina se extiende a capas externas que son vitales para la percepción inicial de la luz.

A la vista de los conocimientos actuales y de la repercusión que tiene sobre estructuras cerebrales a las que la retina envía información, así como sobre capas de la propia retina que elaboran la información visual en su etapa inicial se hace aún más perentorio, si cabe, para el tratamiento del Glaucoma su despistaje y tratamiento precoz, amén de los esfuerzos que se siguen haciendo para tratar de comprender los mecanismos responsables de la enfermedad, en su mayoría todavía desconocidos.

No solamente ha quedado obsoleto el concepto de Glaucoma como enfermedad exclusiva de las células ganglionares, pues como hemos comentado se afectan otras regiones de la vía visual clásica involucradas en la formación de imágenes, sino que como trataremos en otra ocasión también afecta a otras múltiples funciones no formadoras de imágenes, tales como el acompasamiento de nuestros ritmos circadianos y la secreción rítmica de la melatonina, y puede ocasionar problemas con los ritmos del sueño (insomnio), capacidades cognitivas disminuidas, una pobre coordinación psicomotora y cefaleas.

## **Titanio**

Gregorio López López, 30 de mayo de 2015

El titanio (Ti) es un metal de color gris plata. Compite con el acero en aplicaciones técnicas porque es mucho más ligero (4,5 frente a 7,8), tiene una alta resistencia a la corrosión y gran resistencia mecánica. Pero es mucho más costoso que el acero, lo cual limita sus usos industriales. A pesar de ello, su utilización se ha generalizado con el desarrollo de la tecnología aeroespacial, donde es capaz de soportar las condiciones extremas de temperatura que se dan en el espacio y en la industria química, por ser resistente al ataque de muchos ácidos; además, el titanio tiene propiedades biocompatibles, dado que los tejidos del organismo toleran su presencia, por lo que es factible la fabricación de muchas prótesis e implantes de este metal.

Se encuentra en la naturaleza como óxido (rutilo,  $\text{TiO}_2$ ) o como óxido mixto (ilmenita,  $\text{FeTiO}_3$ ), abundantes en las arenas costeras. Su recuperación de estos minerales al estado metálico no es sencilla. No se puede aplicar el método siderúrgico convencional de reducción con coque porque forma un carburo de titanio muy estable y tampoco se puede reducir en caliente en presencia del nitrógeno del aire porque se forma un nitruro muy estable. Estos inconvenientes se evitan mediante un método ideado por Kroll. Se pasa una corriente de cloro por una mezcla de ilmenita (o rutilo) con carbono para separar el cloruro de titanio ( $\text{TiCl}_4$ ) volátil, y este cloruro se reduce con sodio o magnesio en atmósfera inerte de helio o argón. El titanio metálico se funde y puede dársele la forma deseada vertiéndolo en moldes, pero esta operación requiere también de una atmósfera inerte. Estas condiciones son las que elevan el precio del titanio metálico.

El titanio es un metal compatible con los tejidos del organismo humano que toleran su presencia sin reacciones alérgicas del sistema inmunitario. Esta propiedad de compatibilidad del titanio, unida a sus cualidades mecánicas de dureza, ligereza y resistencia han hecho posible una gran cantidad de aplicaciones médicas, como prótesis de cadera y rodillas, tornillos óseos, implantes dentales, componentes para la fabricación de válvulas cardíacas y marcapasos, gafas, material quirúrgico como bisturís, tijeras, etc. El contacto con el agua salada no le afecta, lo que permite que algunas de sus aleaciones sean muy utilizadas en construcción naval, donde se fabrican hélices y ejes de timón, componentes de plataformas petrolíferas, condensadores y conducciones en centrales que utilicen agua de mar como refrigerante.

## **¿Más años o mejor calidad de vida?**

Cecilio J. Vidal Moreno, 6 de junio de 2015

El envejecimiento se acompaña de cambios poco perceptibles año a año, pero que acaban produciendo un deterioro en el funcionamiento de órganos, tejidos y células. Estos cambios no sólo debilitan las actividades metabólicas, también afectan a la funcionalidad de los sistemas inmunitario, muscular, locomotor y cognitivo. En humanos, el envejecimiento supone un mayor riesgo de padecer Alzheimer, cáncer y enfermedades cardíacas. Los datos estadísticos nos dirán la esperanza de vida de hombres y mujeres al acabar este año 2015, pero no en qué medida se ha agravado el deterioro funcional de una persona mayor. Tampoco responderán a la pregunta de cuál es la razón de la menor esperanza de vida en los hombres, pese a la idea cada vez más extendida del papel beneficioso que el diálogo de los sistemas hormonal y endocrino juega a favor de la expectativa de vida en la mujer. En el gusano *C. elegans*, las mutaciones en un solo gen de los cuatro que regulan la respuesta a la insulina, el consumo de alimentos, la síntesis de proteínas o la función mitocondrial prolongan notablemente la vida. Desde luego el animal vive más tiempo, pero cabe preguntarse ¿vive más “feliz” con esas mutaciones? O lo que es lo mismo ¿tiene la longevidad un costo fisiológico? Estudios recientes indican que los gusanos con mutaciones que alargan la vida gozan de buen estado, en general, pero también presentan largos periodos de fragilidad funcional, a juzgar por la falta de movimiento y por la mayor sensibilidad a señales de estrés, como el calor o los agentes oxidantes. Esto sugiere que los animales con mutaciones viven un número mayor de días (en los estados saludable y frágil), pero a cambio aumenta el número de días en estado frágil. Cuando se calculan los periodos de salud buena y frágil en relación con los días totales que vive el animal con algún gen mutado, la proporción de días con salud frágil aumenta notablemente. Los datos revelan que, ciertamente, es posible prolongar la vida del gusano, pero a costa de sacrificar su estado fisiológico. Por otro lado, los ratones en régimen de restricción en la dieta o los deficientes en un factor de crecimiento relacionado con la insulina viven más tiempo, pero a cambio manifiestan retraso en la madurez sexual, menor fertilidad y pérdida de fuerza muscular. Investigaciones en curso tratan de conjugar el difícil binomio longevidad y calidad de vida.

## **Manzana Arctic, un OMG**

Francisco García Carmona, 13 de junio de 2015

Con fecha 20/3/2015 la FDA (Administración de alimentos y medicamentos) americana comunicó a Okanagan Specialty Fruits sus conclusiones sobre la manzana Arctic: “Estos alimentos son tan seguros y nutritivos como su contraparte convencional”; solo que están diseñados genéticamente para eliminar el pardeamiento asociado al corte o golpe al reducir los niveles del enzima Polifenoloxidasa responsable del oscurecimiento. Este hecho convierte a Arctic en la primera manzana modificada genéticamente (OMG) autorizada para consumo humano. Para una fácil comprensión de cómo se han obtenido, desde el origen molecular hasta la aplicación comercial puede consultarse <http://scientia-blog.com/2015/02/27/el-premio-nobel-de-medicina-y-las-manzanas-transgenicas/>. Esta modificación permite mantener manzana cortada durante 17 días sin pardearse.

La autorización de Arctic ha provocado protestas ecologistas enarbolando el fantasma de los OMG y de los productores de manzanas americanos por la competencia que les puede hacer.

Respecto a las consecuencias de los OMG, llevamos ya más de 20 años consumiendo OMG desde que se autorizó el primer tomate y no se ha podido demostrar ninguna consecuencia adversa por la alimentación con OMG autorizados.

Por otro lado, la evolución natural se produce cuando la Naturaleza encuentra un “OMG” generado por azar y este está mejor adaptado a un factor de su entorno (salinidad, insolación, depredadores...). Frente a esta evolución, el hombre intervino, desde que se hizo sedentario, hace unos 10.000 años, obteniendo especies modificadas genéticamente “OMG” por cruzamiento. El factor de selección era que estos “OMG” se adaptaran a los intereses humanos (mayor rendimiento por cosecha, menos vulnerable a las plagas...).

Con las técnicas modernas de la Biotecnología el hombre puede diseñar en el laboratorio y modificar el material genético o, como en el caso de las manzanas Arctic, modificar el control de la expresión de la información genética, para obtener el OMG con las características deseadas; básicamente las técnicas que se usan son las mismas que la naturaleza utiliza y que hemos aprendido al comprender los mecanismos moleculares de la evolución natural. Estos OMG son estrictamente examinados, durante el tiempo que sea necesario (casi 4 años las manzanas Arctic), antes de que puedan comercializarse. Quizás la discusión sobre los OMG sería diferente, si bajo este acrónimo, se escondiera “organismos mejorados genéticamente”.

Otras cuestiones son los aspectos económicos y éticos de los OMG. Aspectos que corresponde a la sociedad y a los gobiernos examinar para que los avances de la ciencia, que deber ir a disminuir las diferencias entre los hombres, no se usen en la dirección contraria y supongan una mayor dependencia de los países pobres respecto de los ricos.

## **Metales de las tierras raras (I)**

Gregorio López López, 20 de junio de 2015

Metales de las tierras raras es el nombre común de 17 elementos químicos: escandio, itrio, lantano y los 14 elementos que siguen a éste en la tabla periódica, desde el cerio hasta el lutecio, que por su semejanza con el lantano reciben el nombre de lantanoides. El nombre de “tierras raras” puede llevar a la conclusión de que se trata de elementos escasos en la corteza terrestre, pero no es así. La denominación tierras proviene del antiguo nombre que se daba a los óxidos. Se extraen de varios minerales que se encuentran en la naturaleza en cantidades no tan escasas como su nombre da a entender; sin embargo, este nombre está justificado por la baja concentración en que se suelen encontrar y la consiguiente dificultad para localizarlos en proporciones que permitan su explotación comercial. Algunos elementos, como el cerio, el itrio o el neodimio son más abundantes que el plomo, y el tulio, que es el más escaso, es aún más común que el oro o el platino. Los lantanoides suelen clasificarse en tierras raras ligeras (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, promecio y samario) y tierras raras pesadas (europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio). El único que no se halla naturalmente en la tierra es el promecio porque todos sus isótopos son radiactivos; se forma en los reactores nucleares.

Hace más de medio siglo la economía mundial dependía de materiales tales como la madera, hormigón, hierro, cobre, oro, plata y varios tipos de plástico para fabricar las cosas más importantes. Actualmente la situación ha cambiado: las innovaciones tecnológicas son imposibles sin el uso de docenas de diferentes metales y sus aleaciones, y las tierras raras son el centro de este grupo.

La imagen cada vez más nítida de la televisión se debe al europio. El indio, que es parte del material de la pantalla de un ordenador o de un teléfono móvil, permite encenderlo con solo el roce de los dedos (el famoso touch screen). La información que buscamos en internet llega a nosotros gracias a que la fibra óptica por donde viaja está pavimentada con erbio. Las tierras raras han permitido también la miniaturización de dispositivos electrónicos; por ejemplo, hoy en día tenemos auriculares que suenan como equipos de alta fidelidad porque en su interior llevan unos diminutos y ligeros imanes de neodimio, increíblemente potentes, que han sustituido a los de ferrita, mucho más pesados.

## **Metales de las tierras raras (II)**

Gregorio López López, 27 de junio de 2015

En la columna anterior se expuso la importancia tecnológica actual de los metales de las tierras raras. Hay, sin embargo, algunos aspectos que conviene añadir para que el lector tenga una idea más completa del tema. Son la “parte fea” de este asunto.

Aunque hay numerosas reservas de tierras raras repartidas por todo el mundo, son pocas las minas donde se extraen. Para que sean rentables debe haber una alta concentración de estos minerales, pues es complicado separar las tierras raras de otros elementos naturales. Suelen ser minas a cielo abierto y requieren mover grandes cantidades de suelo. Además de ese impacto, hay riesgos medioambientales: para separar los elementos de estos minerales hay que lavarlos con ácidos, lo que da lugar a millones de litros de residuos tóxicos. Otro inconveniente es la radiactividad que pueden aportar el torio y el uranio que suelen contener. Por otra parte, dada la similitud en el comportamiento químico de estos elementos, su separación es difícil y actualmente se consiguen resultados satisfactorios mediante modernas técnicas de extracción con resinas de cambio iónico.

Sus aplicaciones tecnológicas hacen que sean estratégicos para todas las naciones que fabrican productos de alta tecnología. La producción mundial de tierras raras está dominada actualmente por China. La situación de monopolio creada por el gigante asiático es motivo de numerosas fricciones con EEUU, Japón y la UE. Los precios de las tierras raras tuvieron un incremento meteórico entre 2009 y 2011, aunque durante 2012 los precios bajaron apreciablemente. A pesar de la bajada relativa, se mantienen en el 500% de los valores de 2009. Por ejemplo, el europio ha llegado a costar 5.000 dólares el kilo frente a un precio de 500 dólares en 2009. Una muestra del poder adquirido por China se dio en el año 2010, cuando decidió suspender la exportación de lantanoides a Japón. El país nipón entró en pánico ante la perspectiva de ver colapsada su industria automotriz (solo el Toyota Prius lleva casi 15 kilos de lantanoides).

A principios de 2012 China adoptó una táctica más sutil. Hizo subir el precio internacional de los metales de las tierras raras y mantenerlo bajo en China, obligando así a las empresas de alta tecnología norteamericanas y europeas a radicarse en este país y exponerse al espionaje industrial o hacer su negocio inviable por el elevado coste de las materias primas. El final de esta historia todavía no está escrito.

## ***La superficie de Moebius***

Ángel Ferrández Izquierdo, 5 de julio de 2015

Más conocida como cinta de Moebius, se trata de una de las superficies más importantes en el ámbito de la Geometría y Topología y, seguramente, de las más conocidas por los jóvenes que acuden a los festivales públicos de ciencia y tecnología.

Para su construcción se toma un rectángulo de papel de 20 cm de base por 4 de altura, en cuyo lado izquierdo señalaremos, de abajo arriba, los puntos A, B, C, D y E, cada uno de ellos distante 1 cm del otro. Lo mismo haremos en el lado derecho con los puntos F, G, H, I y J. Trazaremos ahora tres rectas, paralelas a los lados inferior y superior, uniendo los puntos B y G, C y H, y D con I. Si con cinta adhesiva pegamos el lado AE con el FJ, de manera que A vaya a F, B a G, etc., obtendremos un cilindro, una superficie muy interesante, pero no la que vamos buscando.

Lo que haremos será pegar los lados laterales, pero obligando a que A vaya a J y E a F, es decir, que en el camino de llevar el lado izquierdo a coincidir con el derecho hemos girado ese lado 180 grados para poder efectuar el pegamiento requerido. Se obtiene así la cinta o superficie de Moebius, cuyas propiedades son sumamente curiosas. Por ejemplo, tiene una sola cara. Para comprobarlo basta tomar un lápiz de color rojo y empezar a colorear a partir del punto C=H. Tras una vuelta completa, la mitad de la cinta de Moebius, se ha vuelto roja y el lápiz aparece en el lado opuesto del punto de partida. Dando otra vuelta se comprueba que, sin saltos, el rojo ha cubierto la cinta.

Además, si se corta la cinta de Moebius por la línea central CH, se obtiene una nueva cinta con dos caras, es decir, un cilindro, mientras que si el corte se realiza siguiendo una de las rectas BG o DI nos encontraremos con una nueva cinta de Moebius y un cilindro entrelazados.

Esta excepcional superficie, descubierta en 1861 al alimón por los matemáticos alemanes August F. Moebius y Johann B. Listing, discípulos de Gauss, tomó su nombre del primero. Dicha cinta ha tenido innumerables aplicaciones en tecnología, química e ingeniería, y varias patentes se han concebido para ser empleadas en cintas transportadoras diseñadas para su uso por igual en ambos lados, así como en juguetes y en muchos dispositivos electrónicos.

## ***La Tiorredoxina: esa pequeña gran proteína***

Francisca Sevilla Valenzuela, 12 de julio de 2015

Cualquier libro de introducción a la biología explica que las proteínas son los caballos de batalla de las células. Sus funciones extremadamente versátiles son críticas para casi todos los procesos biológicos. Un representante interesante es la Tiorredoxina (Trx), una pequeña, globular, compacta y ubicua tiol (*sulfhidrilo* (SH)) proteína, que constituye uno de los reguladores más importante del estado de reducción-oxidación (redox) celular. Esta actividad la desempeña mediante interacciones específicas con otras proteínas “diana”, a las que puede regular, influyendo en las funciones que ejercen. Para ello emplea su habilidad para reducir grupos disulfuro (S-S) formados entre dos tioles al oxidarse. En humanos los procesos influenciados por Trx incluyen, junto al control del balance redox celular citado, la promoción del crecimiento celular, la inhibición y/o la promoción del proceso de muerte celular o apoptosis y la modulación del proceso inflamatorio, entre otros. La importancia de los mismos ha llevado a una investigación intensa del papel ejercido por la Trx en múltiples enfermedades y condiciones, incluyendo cáncer, enfermedades virales, lesión por isquemia-reperusión, envejecimiento y nacimiento prematuro. Esta información es crucial para el desarrollo de terapias dirigidas a manipular la actividad Trx. En plantas, a diferencia de en los humanos, con solo dos tipos de Trx, la diversidad de tiorredoxinas se multiplica, identificándose al menos diez familias con más de cuarenta miembros, con diferentes localizaciones en la célula y en los tejidos. En ellas, las Trxs se han descrito ligadas a procesos vitales incluyendo la regulación del proceso fotosintético, participación en la respuesta de plantas a situaciones ambientales limitantes para su desarrollo, como la salinidad del agua de riego, el déficit hídrico, la defensa frente a patógenos, la autoincompatibilidad floral, o la influencia en la germinación de semillas. Sin embargo, la redundancia de Trxs hace que existan limitaciones importantes para avanzar en el conocimiento de la acción molecular y de la función biológica de cada uno de los miembros de la familia Trx. Incluye dos de los desafíos actuales más importantes de la Bioquímica y la Biología Molecular, el desarrollo de técnicas biofísicas que permiten el estudio de las interacciones con sus diversas proteínas diana, *in vitro* e *in vivo*, junto con modelos que integren y analicen los datos experimentales resultantes de las denominadas tecnologías “ómicas”, esto es, proteómica, transcriptómica, genómica y metabolómica. El aumento considerable de la investigación en biología redox de estos últimos años, predice su progresión y contribuirá sin duda, a alcanzar los desafíos encaminados a fijar la importancia biológica de estas pequeñas y robustas proteínas.

## 1865-2015: 150 aniversario de la estructura de Kekulé para el benceno

Alberto Tárraga Tomás, 19 de septiembre de 2015

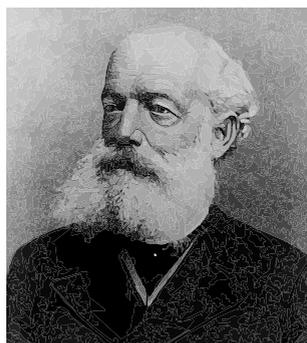
Ciencia —según la RAE— es el “conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados, y de los que se deducen principios y leyes generales”. Por consiguiente, el desarrollo de la ciencia, en general, exige de un esfuerzo intelectual importante del hombre en la búsqueda de las leyes que rigen los distintos campos del conocimiento, definiendo tanto su ámbito de aplicación como los protocolos utilizados para su explicación, lo que, a su vez, proporcionará la base para el futuro descubrimiento de nuevos conceptos y teorías. Es obvia, por tanto, la relación que existe entre el avance científico y la perspectiva histórica.

Si bien es cierto que la historia de la Química Orgánica está plagada de descubrimientos de gran relevancia sobre los que se han ido construyendo y asentando las bases necesarias para la comprensión de la estructura y reactividad de las moléculas orgánicas, quizás uno de sus hitos más importantes lo constituya la propuesta de Friedrich August Kekulé, en 1865, de una estructura cíclica para el benceno.

La estructura molecular del benceno fue objeto de gran controversia desde su descubrimiento en 1825, por Faraday, hasta su comprobación experimental mediante técnicas de difracción de rayos X (Kathleen Lonsdale, 1929). Aunque pronto se conoció su fórmula molecular ( $C_6H_6$ ), el interrogante de cómo se conectaban esos átomos sólo se resolvió cuando Kekulé — uno de los principales fundadores e impulsores de la “teoría estructural” — propuso una estructura en forma de hexágono regular plano, cuyos vértices estaban ocupados por unidades CH unidas entre sí por enlaces sencillos y dobles alternados. Esta estructura, “casi correcta”, de Kekulé — todavía útil para explicar los mecanismos de reacción del benceno — constituyó el punto de partida para la asignación estructural definitiva — sólo conseguida a la luz de la experimentación y de otros avances de la ciencia — que resultó ser la propuesta por Kekulé pero con electrones deslocalizados en todo el anillo hexagonal.

Este descubrimiento tan trascendental, no sólo permitió clasificar a los compuestos orgánicos como aromáticos — poseen la estructura del benceno o análoga — y alifáticos — si no la tienen — sino que, además, impulsó el desarrollo teórico y experimental de la Química Orgánica base de industrias de gran interés tecnológico, biológico, o farmacológico, claves para el bienestar de la humanidad, y con notable incidencia en la economía mundial.

Friedrich August Kekulé von Stradonitz, (Darmstadt, Alemania, 7 de septiembre de 1829 – Bonn, 13 de julio de 1896)



## ***¿Es improbable la vida? o ¿quizás es inevitable?***

Angel Pérez-Ruzafa, 26 de septiembre de 2015

¿Hay vida en otros planetas? Esta es una pregunta recurrente de la humanidad. Generalmente se barajan probabilidades en base al número de planetas que pueden tener condiciones semejantes al nuestro. Aparentemente, solo la enormidad del universo parecería hacer que un hecho improbable como la vida resultara posible. Sin embargo, cuando atendemos a lo que es la vida, surgen paradojas que incitan a un replanteamiento. La vida está conformada por estructuras altamente complejas que se autoorganizan. Esto, con las leyes de la física en la mano, debería ser imposible. La segunda ley de la termodinámica predice que todo tiende al desorden (lo que los físicos llaman aumento de entropía). Donde hubiera alguna estructura o heterogeneidad, con el tiempo será homogéneo. La experiencia nos dice que esto es verdad. Si comunicamos una habitación caliente con otra fría, al final ambas terminaran a una temperatura homogénea intermedia. Esto ocurre de forma espontánea e irreversible. La habitación que se ha enfriado no recuperará su calor extrayéndoselo a la otra. Todo tiende a degradarse con el tiempo. Cómo puede la vida contradecir esa ley y que surjan estructuras altamente complejas a partir de átomos y moléculas.

La explicación viene de otra propiedad del universo, la existencia de estructuras disipativas. Estas estructuras tienen la propiedad de absorber energía de alta calidad y devolverla al entorno degradada. La diferencia entre un estado energético y otro se utiliza para que la estructura, el ser vivo, crezca y se haga más compleja. La segunda ley de la termodinámica se incumple dentro del organismo, pero no si se considera el conjunto. En el entorno, el desorden y la entropía aumentan.

El resultado es un complejo sistema de captación, procesado y transmisión de energía en el que se genera un trabajo que permite construir nuevas estructuras más complejas que aumentan la eficiencia en el procesado de la energía y favorecen la persistencia del ser vivo y, además, hacer copias de sí mismo y reproducirse. Esto es lo que llamamos vida. La evolución no es más que la tendencia a aumentar la complejidad de la vida, mejorando su eficiencia en el procesado de la energía y tratando de hacerse independiente de los avatares del entorno. Nosotros somos parte de ese proceso.

Podemos decir entonces que la vida, no solo no es improbable, sino que es inevitable, puesto que es una consecuencia de las propiedades del universo y surgirá donde quiera que las estructuras disipativas encuentren las condiciones para que las reacciones encadenadas de procesado de la energía y los mecanismos de autorreplicación puedan ser estables. Otra cosa es que esas condiciones de estabilidad sean más o menos frecuentes.

## **Qué hacer con nuestros lodos de depuración**

Carlos García Izquierdo, 3 de octubre de 2015

De nuevo insisto desde esta Columna sobre la problemática de los residuos orgánicos, y en concreto sobre los lodos generados en nuestras estaciones depuradoras después de tratar aguas urbanas), y su deseable valorización. En la Región de Murcia generamos 145.000 toneladas de lodo/año; pero, ¿qué hacemos con ellos? Por fortuna, las leyes ambientales europeas prohíben aspectos tan negativos como su vertido al mar, o su introducción masiva en vertederos (este último aspecto está restringido). Una posible alternativa sería la valorización agrícola de los lodos mediante su reciclado en los suelos como enmienda o fertilizante orgánico. Los lodos contienen una serie de macronutrientes como nitrógeno (debido a la naturaleza proteica del material), fósforo, así como otros micronutrientes necesarios para las plantas. Poseen además una buena cantidad de carbono orgánico, y por tanto de materia orgánica, útil para que nuestros suelos empobrecidos en dicha materia orgánica, incrementen su fertilidad y productividad. Esta valorización permitiría convertir un residuo en un recurso. Sin embargo, no todo es positivo; los lodos de depuración también pueden contener (por suerte cada vez menos), algunos elementos que podrían afectar a su reciclado en los suelos (salinidad elevada, contenido en metales pesados, algunos orgánicos persistentes, microorganismos patógenos, o mal olor). Teniendo presente los aspectos positivos y negativos del problema, lo importante sería establecer criterios claros para decidir sobre su futuro. Si el uso de lodos en agricultura puede ser una salida racional para ellos, tiene que contar con un exhaustivo seguimiento y control del suelo receptor, estableciendo además ciertas premisas: qué tipo de lodos (calidad) pueden usarse; qué tipo de manejo debe ser empleado; y en qué condiciones se podrán emplear.

Europa no termina de legislar sobre el tema; no es clara tampoco nuestra posición a nivel estatal; y al final son las Comunidades Autónomas las que legislan con criterios muchas veces diferentes entre ellas. Las administraciones deberían ofrecer la mejor salida posible para los lodos de depuración (opción de uso agrícola directa; aplicación después de procesos de estabilización; o bien contemplar futuras opciones energéticas como la carbonización hidrotermal), sin tener en cuenta intereses sesgados que a veces se observan sobre esta problemática. Y, sobre todo, las administraciones deberían tomar en consideración la investigación científica que durante años se ha realizado sobre el tema, y que permite adoptar soluciones con criterios nada aleatorios y cada vez más científicos y consistentes.

## **El enigma Majorana**

Ángel Ferrández Izquierdo, 10 de octubre de 2015

A finales de marzo apareció en nuestras librerías *A propósito de Majorana*, del periodista y escritor argentino, afincado en Barcelona, Javier Argüello, hecho que despertó mi curiosidad para saber si de verdad se refería al genial físico que yo remotamente conocía. Pues resulta que ya en 1937, Ettore Majorana había predicho la existencia de una partícula subatómica estable que ella misma sería su antipartícula, es decir, al mismo tiempo es materia y antimateria, y que más tarde se conocería como el fermión de Majorana. Curiosamente, un equipo de científicos de la Universidad de Princeton observó, por primera vez, una tan extraña partícula, cuyos resultados publicaron en *Science* el 2 de octubre de 2014.

Pero ¿por qué el enigma Majorana y de dónde su genialidad? Unos días después de su misteriosa desaparición, Enrico Fermi confesaba a su esposa: “Ettore era demasiado inteligente. Si él ha decidido desaparecer, nadie será capaz de encontrarlo”. Procurando que el propio Mussolini apoyará su búsqueda, Fermi insistía: “Hay varias categorías de científicos en el mundo; los de segunda o tercera fila hacen todo lo posible, pero nunca llegarán muy lejos. Luego está la primera fila, los que hacen descubrimientos importantes, fundamentales para el progreso científico. Pero luego están los genios, como Galilei y Newton. Majorana era uno de estos”.

El enigma se debe a su misteriosa desaparición. Majorana nació el 5 de agosto de 1906 en Catania (Sicilia) en el seno de una familia acomodada, que se trasladó a Roma, donde Ettore completó sus estudios preuniversitarios. Pretendió seguir los pasos de su padre, ingeniero, en la Universidad de Roma, pero sus amigos pronto le convencieron de que su futuro estaba en la física, así que pronto ingresó en el Instituto de Física y empezó a trabajar bajo la dirección de Fermi. En 1938 ganó una plaza para enseñar Mecánica Cuántica en la Universidad de Nápoles. La noche del 23 de marzo de 1938 tomó el barco a Palermo y en el hotel donde se alojó dejó el siguiente mensaje para su familia: “No vistáis de luto. Como mucho, solo un emblema, pero no por más de tres días. Recordadme en vuestros corazones, si podéis, y perdonadme”.

Después de examinar todas las pruebas, Leonardo Sciascia, en su novela de 2007, *La desaparición de Majorana*, apunta al suicidio de Majorana, porque previó que las fuerzas nucleares llevarían a las armas nucleares. Su familia no ha compartido esa teoría, sino que sufrió una crisis de fe espiritual y se retiró a un monasterio.

## ***La atracción de las fronteras***

Angel Pérez-Ruzafa, 17 de octubre de 2015

Hace unas columnas comentábamos que, a pesar de que la física predice que todo tiende al desorden y a desorganizarse, la vida tiene la capacidad de estructurarse utilizando energía de alta calidad y materiales que la contienen y devolviéndolos al entorno degradados. La vida utiliza el flujo de energía resultante para generar trabajo que emplea en construirse a sí misma incrementando su complejidad y eficiencia. Los flujos de energía también ocurren espontáneamente en la naturaleza. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, donde haya diferencias de energía se producirá un flujo de donde más hay a donde hay menos. Entre un cuerpo caliente y otro frío fluirán el calor, entre un sistema atmosférico de altas presiones y otro de bajas fluirán el aire en forma de vientos, entre una fuente en lo alto de una montaña y el mar, la diferencia de energía potencial hará que el río produzca saltos de agua y fluya hacia su desembocadura, entre una masa de agua con alta salinidad y otra de menor salinidad se formarán corrientes marinas.

Estos flujos de energía espontáneos tienen lugar siempre que exista un gradiente. Este puede definirse como una diferencia en los valores de una variable a lo largo de una distancia. La intensidad con la que la energía fluye, dependerá de la intensidad del gradiente y este será mayor al aumentar las diferencias entre los extremos, pero también al acortarse la distancia. No es lo mismo ascender cien metros cuando la diferencia de alturas dista solo unos pocos metros (prácticamente una pared vertical) que cuando tiene lugar en una distancia de kilómetros.

Estas transiciones bruscas entre sistemas distintos, heterogéneos, constituyen lo que llamamos fronteras, y aunque podríamos pensar que suponen barreras, en realidad son una fuente de oportunidades para aprovechar los flujos de energía que generan. Por eso, la vida busca las fronteras. Por eso, la costa y las lagunas costeras, como el Mar Menor, son tan productivas para la pesca, mientras que el centro de los océanos es prácticamente improductivo. En la costa los gradientes entre la tierra y el mar y las distancias cortas entre el fondo y la columna de agua, entre las lagunas y el mar abierto, hacen que los gradientes y el flujo de energía asociado, sean intensos.

Como la vida, cualquier estructura compleja que deriva de ella, como las propias sociedades humanas, también buscan las fronteras. Las civilizaciones, y nuestras ciudades actuales, se han asentado y se desarrollan en las fronteras, en las transiciones entre el agua y la tierra o entre países. En las fronteras se mueve la historia, fluye la cultura, se desarrolla el comercio...

## ***Sin resistencia no hay trabajo***

Angel Pérez-Ruzafa, 24 de octubre de 2015

Siguiendo con la línea de los fundamentos físicos de la vida desarrollados en columnas previas, hay un aspecto que merece resaltarse. Hemos visto que la vida resulta ser inevitable. A pesar de que la física predice que todo tiende al desorden y a desorganizarse, también sabemos que existen estructuras disipativas que tienen la capacidad de crear su propia estructura aprovechando los flujos naturales de energía o utilizando energía y materiales de alta calidad y devolviéndolos degradados al entorno. La segunda ley de la termodinámica se cumple en el conjunto, y la vida es una realidad inherente a las leyes de nuestro universo. Hemos visto también que esa necesidad de utilizar los flujos de energía hace que la vida busque las fronteras. Una frontera es la transición, un gradiente, entre dos sistemas heterogéneos. De forma espontánea se producirá un flujo de donde más hay a donde hay menos. La intensidad con la que la energía fluye de un estado a otro, dependerá de la intensidad del gradiente.

Pero esos flujos, en sí mismos, no tienen mayores consecuencias. Para poder construirse y aumentar su complejidad y eficiencia, la vida necesita transformar la energía que fluye en trabajo. Esto se consigue oponiendo resistencias a dicho flujo. La diferencia de presiones atmosféricas genera corrientes de aire, la de temperaturas entre dos cuerpos genera un flujo de calor, la de energía potencial entre el agua en lo alto de una montaña y el nivel del mar genera ríos y cascadas. Una vez que los extremos del gradiente se igualan, el flujo de energía cesa y, como diría Miguel de Cervantes en su soneto "al túmulo del rey Felipe II en Sevilla": "fuese y no hubo nada". Pero si a esos flujos oponemos resistencias en forma de turbinas, aspas de molino, ruedas de acequia, etc., el flujo de energía puede convertirse en trabajo para moler cereales, bombear agua, generar energía eléctrica... y construir nuestra propia estructura como seres vivos.

Este proceso contiene una enseñanza que traspasa el ámbito científico y se adentra en el social e incluso existencial.

La principal conclusión es que sin oponer resistencias al flujo de energía no hay trabajo y sin trabajo no es posible contrarrestar la tendencia al desorden y al desmoronamiento de estructuras complejas (algunos llaman a este estado muerte). Esto es un principio esencial de la física, pero piensen ustedes en las aplicaciones que tiene a la hora de crecer como personas, educar, convertirse en un deportista de élite, desarrollar nuestra capacidad mental, construir una empresa, combatir una crisis, competir en el mercado, o retrasar el Alzheimer y cualquier proceso degenerativo...

## ***Innovación deseable***

Alberto Requena Rodríguez, 31 de octubre de 2015

Vivimos una época realmente nefasta para la investigación, y por ende para el futuro como sociedad, especialmente en nuestro país y en nuestra Región. A la crisis de financiación, se suma el ansia por los resultados y esa especie de conciencia colectiva que confunde investigación con desarrollo, ocurrencia con invento y Ciencia y Tecnología con superchería, al fin y al cabo. Eso que ha dado en denominarse, por los poco o nada versados, como Ciencia Aplicada, solamente oculta ignorancia. No hay Tecnología sin Ciencia que desentrañe tras descubrir, ni desarrollo sin soporte científico y tecnológico que lo sustente, ni innovación que no se base en descubrimiento, Ciencia y Tecnología y desarrollo y que sea capaz de aportar algo que mejore el bienestar de la Sociedad. No innova quien quiere, solo quien puede. No siempre un invento es una innovación. Como no lo es una ocurrencia. Ni tampoco lo es una nueva propuesta. Solamente después del filtro de la Sociedad, de sus intereses, de su capacidad de asimilación y de la oferta de mejora que trae de la mano un nuevo desarrollo, es posible que, finalmente, tengamos una innovación.

Hoy, por contra, todo se presenta como innovación. Una libreta con colores diferentes a los usuales se considera por algunos innovación. Pocas cosas, pocos inventos, pocas realizaciones, pocos desarrollos sustentados en Ciencia y Tecnología de nuevo cuño, han sido capaces de suponer una innovación. El automóvil no fue innovación hasta que tuvo personalidad. Primeramente, imitó al carro. Servía para desplazarse, un poco más ligero que su predecesor, el carro. Hacia lo mismo, solo eso. Conforme se perfeccionó, se fue adoptando por la sociedad como un elemento que alteraba sensiblemente muchos conceptos: distancia, tiempo, ubicación de la vivienda, del trabajo... Aportó sensibles mejoras a nuestro bienestar (perjuicios también, claro está, pero muchas ventajas) y cambió nuestra forma de vida. Esto es una innovación. El teléfono, basado en un hecho científico que es el concepto de onda electromagnética, su producción, transporte y detección (para lo que los humanos no disponemos de sensores), pero una vez asimilado por la sociedad, ha supuesto una innovación que ha alterado la forma, frecuencia, comodidad, etc., con que nos desempeñamos los ciudadanos en todas nuestras facetas, profesionales, personales, etc. No es sólo una novedad, que lo fue en su momento, hoy es una innovación. Hubo Ciencia, invento, desarrollo tecnológico y finalmente surgió la innovación. Si repasan las hoy llamadas innovaciones, verán que pocas cumplen. Ojalá fueran más. Sería señal de que hay más Ciencia y más Tecnología. Eso es deseable.

## **Emmy Noether y la Geometría del Universo**

Ángel Ferrández Izquierdo, 7 de noviembre de 2015

Hay autores que sostienen un cierto desprecio de Einstein por la Matemática, ante cuyas herramientas tuvo que finalmente claudicar. De hecho, según el propio Einstein, 'la Geometría no resulta tan importante como muchos nos intentan hacer creer'. En la antigua Grecia, la Ciencia era sinónimo de Geometría y esta era la base para organizar, conocer y comprender la naturaleza. Es una delicia recordar el diálogo de *Il Saggiatore*, cuando en 1623 Galileo Galilei explica 'in quale lingua sia scritto il libro della natura: Signor Sarsi, la filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto'.

Para Galileo y Newton, Geometría y Física eran complementarias, en el sentido de que hay leyes físicas que rigen el movimiento de los cuerpos, pero siempre en un contexto geométrico. De ahí la Geometría del tiempo absoluto y del espacio descrito por Newton. Fue Einstein quien afirmó que las leyes de la Geometría y la Física, tal como se habían entendido hasta entonces, a veces se contradicen y, cuando eso ocurre, la Física prevalece.

Fue la matemática alemana Emmy Noether (1882-1935) quien rehabilitó la Geometría como un principio organizador de la naturaleza. Veamos cómo. Cuando Einstein propuso por primera vez sus ideas sobre la relatividad, algunos científicos se preguntaban si aquellas ecuaciones conservaban la energía. Hilbert, que estaba muy interesado en la relatividad, ante la imposibilidad de resolver la cuestión, le pasó el encargo a Noether, quien no tardó en responder que cada ley de conservación se corresponde con un tipo de simetría. En particular, afirmar que la energía se conserva equivale a decir que existe simetría con respecto al tiempo.

Las simetrías y las leyes de la naturaleza no entran en competencia. La verdad de las leyes depende de la validez de las simetrías y la validez de estas asegura la verdad de aquellas. Por tales descubrimientos, Einstein le dedicó estas hermosas palabras: '*In the judgment of the most competent living mathematicians, Fraulein Noether was the most significant creative mathematical genius since the higher education of women began*'.

## **Plagio (I)**

Alberto Tárraga Tomás, 14 de noviembre de 2015

Hace unos meses leía en la edición internacional de la revista *Andgewandte Chemie* un interesante artículo del Prof. W. F. van Gunsteren (Swiss Federal Institute of Technology) titulado *“The Seven Sins in Academic Behavior in the Natural Sciences”*, donde describía, por orden de gravedad, lo que él consideraba los “siete pecados capitales”, o violaciones de los principios básicos, que nunca se han de cometer cuando se trabaja en investigación. Y entre ellos destacaba el plagio.

De esta conducta incorrecta, tan habitual en el mundo de la literatura, la música e incluso en medios de comunicación, como la radio, no es ajena el mundo académico y de la investigación donde las acusaciones de plagio han existido a lo largo de la historia. Son famosos los casos de C. Darwin frente a A. Russell Wallace, sobre el descubrimiento de la selección natural de las especies; de Newton frente a G. W. Leibniz, sobre el del cálculo infinitesimal; o, más recientemente, de L. Montagnier frente a R. Gallo, sobre el del virus del sida. Sin embargo, en los últimos años, estos casos han ocupado, desgraciadamente, numerosas páginas de periódicos y de espacios de televisión, como consecuencia de los escándalos ligados a determinados miembros del gobierno alemán, al primer ministro de Rumanía (Victor Ponta), a la vicepresidenta del Parlamento Europeo (Silvana Koch-Mehrin), al presidente de Hungría (Pál Schmitt), etc., acusados todos ellos de plagiar parte del contenido de sus correspondientes tesis doctorales.

Como consecuencia de esta preocupación de la comunidad científica, son numerosos los artículos publicados recientemente en los que se aborda el plagio en sus diferentes formas, incluido el denominado autoplagio, junto a otras violaciones de los códigos éticos que deben presidir la actividad investigadora. En este contexto merecen destacarse las definiciones para la mala conducta científica propuestas por la Office of Research Integrity (ORI) de los EEUU.

En estos trabajos se hace una clara distinción entre el plagio intencionado y el cometido de forma accidental como consecuencia de la citación incorrecta de la bibliografía utilizada, y se intenta delimitar lo que, en esencia, constituye el verdadero autoplagio, destacando que el hecho de que un autor reproduzca un párrafo de cualquiera de sus artículos publicados o un procedimiento experimental desarrollado por él, en una nueva publicación, no constituye ninguna violación de la originalidad de esta, en tanto que solo evita el esfuerzo de redactar, de forma distinta, algo que ya describió con suficiente claridad.

## **PLAGIO (II)**

Alberto Tárraga Tomás, 21 de noviembre de 2015

En la columna anterior se hacía referencia a la creciente preocupación de la comunidad científica por los casos de plagio ocurridos en su entorno. En este contexto resulta pertinente subrayar que, por respeto a la ciencia y a la sociedad, la lucha contra la falta de ética científica, en general, es una cuestión en la que todos debemos implicarnos. Y el mejor modo de hacerlo es empezar por la programación, dentro de las instituciones académicas, de actividades formativas dirigidas a los alumnos matriculados en cursos de máster y doctorado, primer contacto serio del alumno con el mundo de la investigación, donde se les transmitan los valores éticos que el desarrollo honesto de la actividad científica exige y se les inste a abandonar el uso indiscriminado e inaceptable del "copia-pegar" de información contenida en trabajos ya publicados, tan detectado en los trabajos presentados por los alumnos, tanto durante su formación en enseñanza secundaria como universitaria. En este contexto, no sería descabellado exigir un documento, previo a la presentación y defensa de la tesis, donde el alumno manifestase la total originalidad de su contenido.

Es cierto que el transcurrir de los años ha llevado consigo un aumento de la presión para desarrollar investigación de alta calidad que permita publicar los resultados en las denominadas revistas de elevado impacto científico y, como consecuencia, competir, con garantía de éxito, por la financiación necesaria para conseguir los objetivos científicos marcados. Esto puede provocar el desarrollo de conductas inapropiadas como es el uso no autorizado de ideas ajenas, obtenidas a través de la revisión del trabajo de otros, sin que se cite la referencia obligada de los mismos, o el aumentar el número de publicaciones mediante el envío de manuscritos de contenido análogo sin citación recíproca.

Puesto que el plagio erosiona no sólo el prestigio del autor sino, también, la credibilidad de la revista científica donde se ha publicado el trabajo plagiado, los grupos editoriales científicos más prestigiosos ya disponen de los softwares adecuados para la prevención contra el plagio, y garantizar así la originalidad de los trabajos publicados en sus revistas.

Independientemente de que exista o no una legislación que sancione este tipo de conductas, lo que resulta evidente es que sólo desaparecerán cuando aquellos que la practican adquieran conciencia de que esta falta de respeto al trabajo e ideas ajenas, puede socavar la confianza y valoración de la sociedad hacia la inmensa mayoría de los investigadores, de intachable honestidad.

## **Polvo de estrellas**

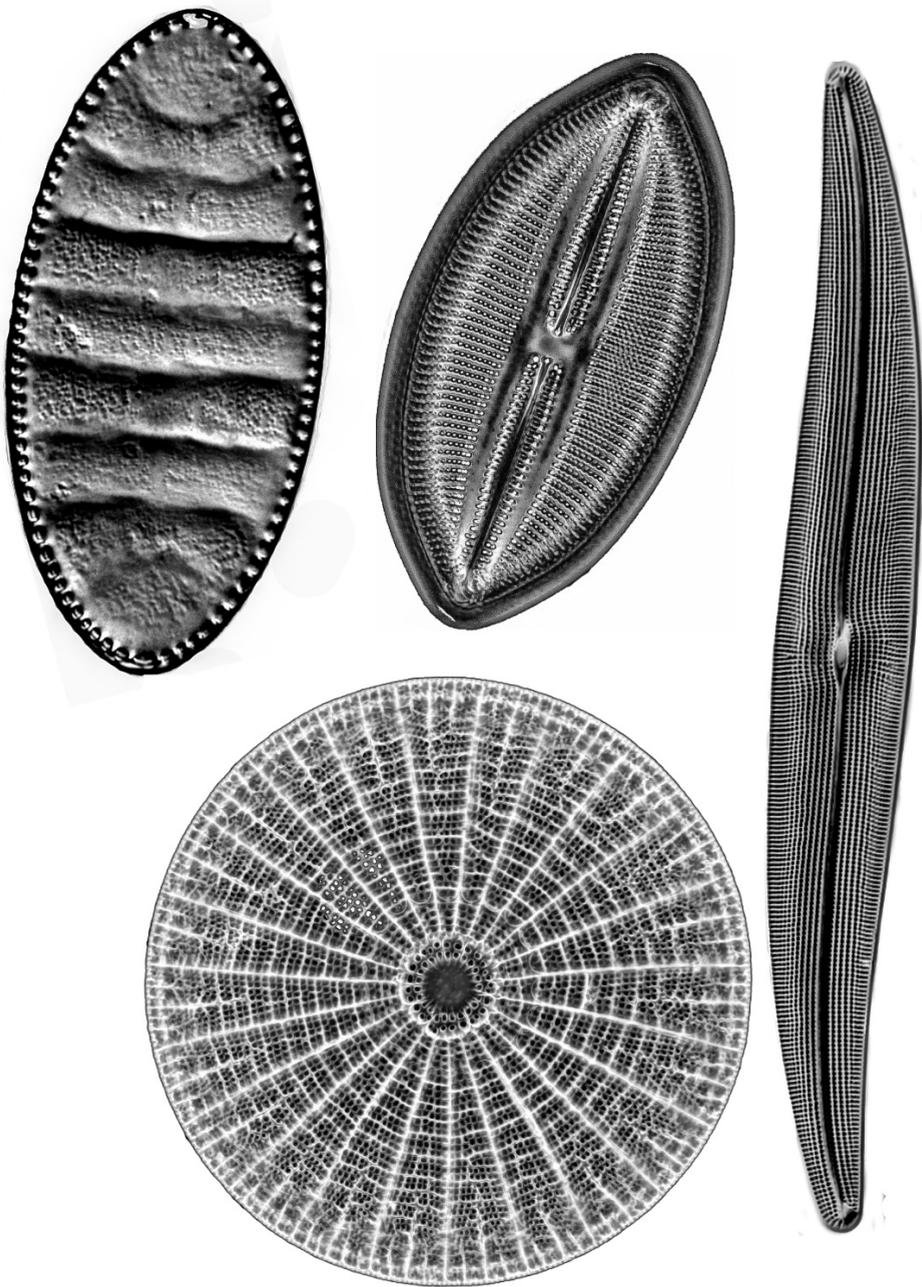
M<sup>a</sup> de los Ángeles Molina Gómez, 28 de noviembre de 2015

Como es bien conocido, hasta ahora, la Teoría del Big Bang explica las características observables más significativas del Universo actual, si bien las leyes físicas convencionales no son capaces de explicar cómo éste podía ser tan denso y tan caliente (su temperatura era de unos  $10^{27}$  °C) en los primeros instantes. Unos pocos segundos después, algunas partículas subatómicas como protones y neutrones, se condensaron para formar núcleos, sobre todo de hidrógeno y también de helio y litio, que son los elementos químicos más ligeros, mediante reacciones de fusión nuclear. Después, con la disminución de la temperatura, al continuar la expansión, los electrones se unieron a los núcleos y los iones y los átomos comenzaron a formarse.

La aparición de los elementos de los que se componen los seres vivos, como nitrógeno, oxígeno y carbono, no tuvo lugar hasta decenas de billones de años después, cuando se formaron las estrellas. Dentro de ellas, la temperatura es lo suficientemente elevada para permitir su formación a partir de colisiones nucleares entre núcleos de helio y de hidrógeno. Las estrellas son, por lo tanto, los únicos lugares en los que las reacciones nucleares se dan constantemente y de forma natural.

En general, la vida de una estrella es inversamente proporcional a su masa clasificándose éstas por su masa y su color. Las estrellas jóvenes (más calientes) dan una luz azul-violeta pasando con la edad al amarillo (como nuestro sol) y finalmente a rojas. Esto podemos entenderlo fácilmente si comparamos la estrella con una pieza de metal: Si la calentamos primero se pone roja, después naranja y luego azul, conforme aumenta su temperatura.

En el último estadio, el destino de una estrella depende mucho de su masa: si es muy pesada, cuando se le acaba el combustible, se dilata hasta convertirse en una supergigante roja que, después de unos cuantos millones de años, terminará explotando a una supernova que brillará durante algunos meses con gran intensidad, transformándose después en una estrella de neutrones o en un agujero negro, es decir: se condensará tanto que ya no tendrán lugar en ella reacciones nucleares y la única fuerza que prevalece es la de la gravedad. Si su masa no es muy grande, una vez que ha terminado su vida activa y ha consumido todo su hidrógeno, se convertirá en una enana blanca. Ese parece ser el destino de nuestro sol.



Tecas silíceas de Diatomeas

## ***Vida con silicio***

Mariano Gacto Fernández, 5 de diciembre de 2015

El carbono y el silicio están próximos en la Tabla Periódica de los Elementos y presentan similitudes en su organización atómica. La vida en la Tierra se manifiesta en estructuras formadas por compuestos orgánicos que contienen carbono, pero como el silicio y el carbono comparten propiedades comunes (incluyendo la capacidad de originar grandes moléculas), se ha especulado sobre la posibilidad de encontrar formas extraterrestres de vida basadas en el silicio en vez de en el carbono. Sin embargo, el silicio parece presentar problemas de difícil solución para sustentar procesos vitales y, probablemente por eso, la evolución biológica terrestre se ha basado solamente en compuestos carbonados. En primer lugar, se requiere mucha más energía para romper un enlace entre silicio y oxígeno que entre el carbono y oxígeno. Además, el silicio oxidado da lugar a una sustancia insoluble (el dióxido de silicio o sílice), mientras que el carbono origina un gas (dióxido de carbono). La rotura de esos tipos de enlace y las oxidaciones indicadas son procesos comunes en la química del carbono que sostienen la energética de la vida en la Tierra. Por tanto, si existieran organismos con una bioquímica basada en el silicio, tales seres serían anaerobios o, alternativamente, harían frecuentes depósitos sólidos de sílice durante su respiración. Esta posibilidad tan extraña recuerda relatos futuristas de H.G. Wells sobre la llegada del hombre a planetas habitados por seres sorprendentes.

Sin embargo, existen en la Tierra organismos que hacen buen uso del silicio como sustituto del carbono. El silicio es la base de dispositivos de inteligencia artificial desarrollados por el hombre y uno de los elementos más abundantes del planeta. Bajo forma de sílice, el silicio representa el principal componente de los cristales de nuestras ventanas y de cada grano de arena de los desiertos. Pero es también un material estructural de protección en algunos seres vivos microscópicos, como las diatomeas, que son microorganismos unicelulares frecuentes en ambientes acuáticos y que forman parte del plancton. Las diatomeas se encierran entre dos valvas silíceas como sistema mecánico de defensa. Estos seres fotosintéticos son un eslabón importante de la cadena alimenticia en la naturaleza y los responsables de la cuarta parte del carbono fijado en el planeta. Aunque invisibles a simple vista, resultan organismos fascinantes bajo el microscopio por la belleza de las variadas formas de su elaborada envoltura silícea.

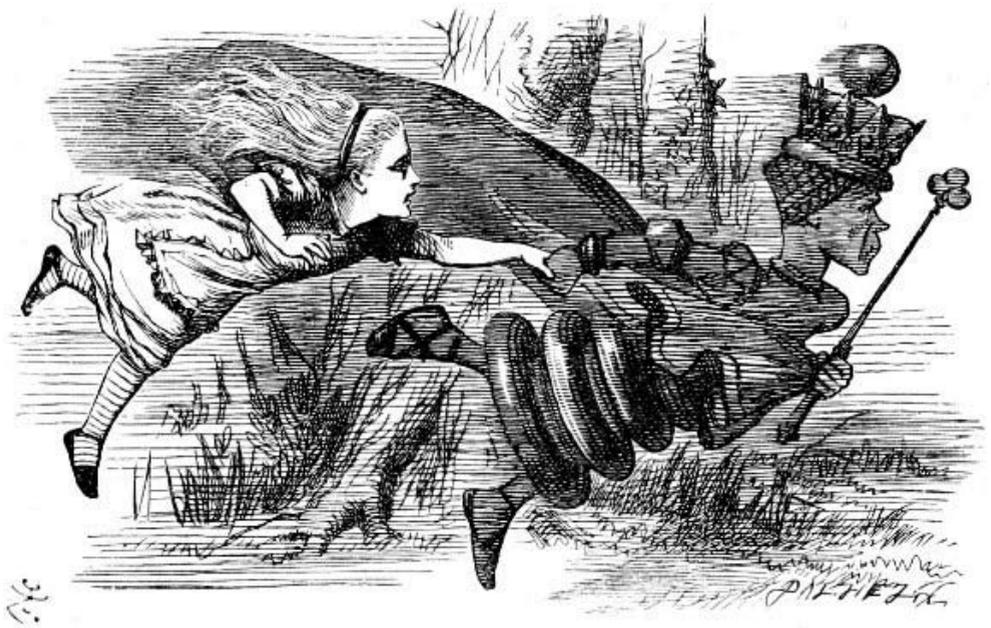
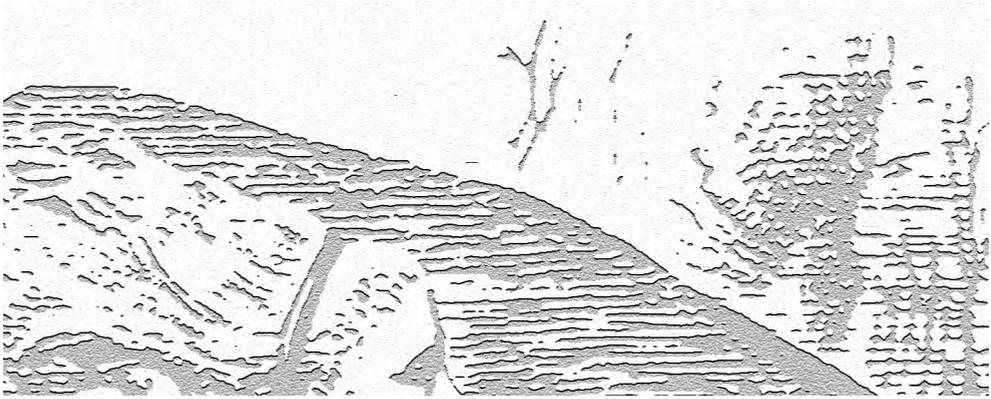
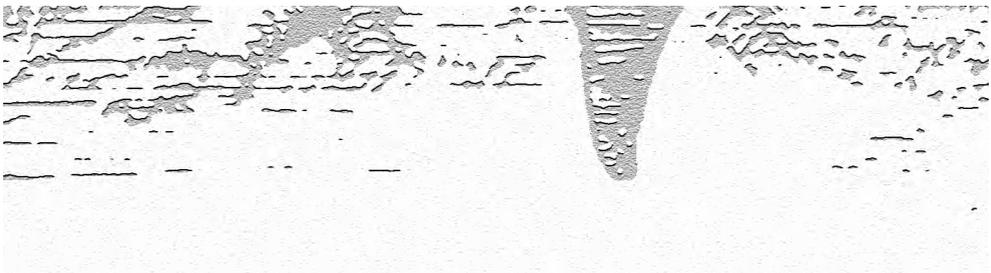


Ilustración de John Tenniel del pasaje "Now here, you see, it takes all the running you can do, to keep in the same place" del libro de Lewis Carroll, *Through the Looking Glass*.



## **La hipótesis de la Reina Roja**

Angel Pérez-Ruzafa, 12 de diciembre de 2015

El mes pasado se cumplió el 150 aniversario de la publicación de *Alicia en el País de las maravillas* en noviembre de 1865. Cincuenta años antes de la teoría de la relatividad, cuyo centenario también hemos celebrado este año. El libro de Lewis Carroll y su continuación "*A través del espejo*" están llenos de situaciones y enunciados sugerentes, con fuertes paralelismos con principios científicos. Uno de ellos, la hipótesis de la Reina Roja, tiene un profundo sentido ecológico y evolutivo y, por tanto, en nuestras vidas. El enunciado deriva del pasaje en el que Alicia, corriendo sin parar, arrastrada de la mano por la Reina Roja, que gritaba "*más rápido! ¡más rápido!*", pensó "*¿me pregunto si las cosas se están moviendo con nosotros? Y la Reina, adivinando sus pensamientos, le gritó: ¡Más rápido, no trates de hablar!*"... cuando pararon un momento "*Alicia, sorprendida, miró a su alrededor:*

- *¡Creo que hemos estado bajo este árbol todo el tiempo! ¡Todo está igual que estaba!*
- *¡Por supuesto! -dijo la Reina- ¿cómo iba a estar?*
- *Bueno, en mi país —dijo Alicia, aun jadeando—, si corres tan rápido durante tanto tiempo, sueles llegar a algún otro sitio...*
- *¡Un país bastante lento! —replicó la Reina—. Aquí, hay que correr todo lo posible para permanecer en el mismo lugar. Para llegar a otro sitio hay que correr el doble de rápido."*

Van Val en un artículo titulado "*Una nueva ley evolutiva*" planteó en 1979 la hipótesis de la Reina Roja como principio ecológico y evolutivo, según el cual las especies deben cambiar continuamente para compensar las pérdidas de eficiencia competitiva derivadas de la evolución de las otras especies y así tratar de evitar extinguirse. Cada mejora en un competidor por los recursos, en los mecanismos de ataque del depredador o en los de defensa de una presa tienen que ser compensados inmediatamente por el contrario. Solo evolucionando continuamente las especies pueden retrasar una extinción que, por otro lado, termina siendo inevitable. Podríamos generalizar este principio en términos de la necesidad de los ecosistemas y de los individuos de estar continuamente, ofreciendo resistencia al flujo de energía para poder mantener su estructura y no terminar degradándose bajo los efectos de la segunda ley de la termodinámica. El refranero popular, y mi entrenador de natación, lo formulaban como "*camarón que se duerme, la corriente se lo lleva*". Por eso "*¡corred!, ¡corred más rápido!*" si queréis manteneros donde estáis.

## ***El óxido nítrico ¿una molécula amiga o enemiga?***

Francisca Sevilla Valenzuela, 19 de diciembre de 2015

Mientras se debaten los compromisos asumibles por los países asistentes a la cumbre sobre cambio climático, dirigidos a detener la emisión de gases contaminantes, lo cierto es que la concentración de estos en la atmósfera, entre ellos los óxidos de nitrógeno (óxido nítrico,  $NO$  y dióxidos de nitrógeno,  $NO_2$ ), aumenta y ocasionalmente supera los límites permitidos por la normativa europea, especialmente en zonas urbanas. Estos compuestos, generados en la combustión del petróleo, carbón o gas natural, contribuyen a la lluvia ácida y a la destrucción de la capa de ozono. Concentraciones de  $NO_2 \geq 400 \mu/m^3$  dependiendo del tiempo de exposición, pueden provocar especialmente en personas con enfermedades respiratorias preexistentes, la aparición de diversos síntomas, dañando, además, a los cultivos vegetales. Sin embargo, como se describió en un artículo por Fewson y Nicholas en 1960, el  $NO$  podía ser utilizado por los microorganismos y las plantas como un intermediario del metabolismo. Posteriormente se identificó en sistemas animales como el compuesto previamente designado como factor de relajación endotelial, lo que supuso a los investigadores involucrados el reconocimiento internacional, al ser galardonados bien con el Premio Príncipe de Asturias a la Investigación Científica (Salvador Moncada, en 1990) o el Premio Nobel de Fisiología y Medicina (Robert F. Furchgott, Louis J. Ignarro y Ferid Murad, en 1998). A partir de estas investigaciones, este gas incoloro y difusible, fue calificado en 1992 como "*molécula del año*" en la revista *Science*, y hasta el día de hoy se han publicado decenas de miles de artículos sobre su importancia en la biología humana y vegetal. Dependiendo de su concentración en la célula, órganos y tejidos, como ocurre con su nivel en la atmósfera, de su oxidación a dióxidos y trióxidos de nitrógeno y de su compartimentación, actúa de una forma u otra. Como molécula beneficiosa, actúa como antioxidante, en desarrollo, reproducción y defensa frente a patógenos, sequía o salinidad en plantas; actuando en humanos, como neurotransmisor, en la relajación del endotelio vascular, en la producción de energía o regulando el sistema inmune, entre otras funciones. También puede ser pro-oxidante inductor de estrés y generar especies reactivas de nitrógeno, modulando la expresión de genes y la actividad de proteínas, o participar en senescencia y en muerte celular. Por tanto, es importante que sus niveles estén perfectamente controlados, en las células y a nivel global. Esto lleva a considerar seriamente el estudio de su función biológica y no menos importante, el control de su emisión a la atmósfera.

## **Una domesticación interesante**

Mariano Gacto Fernández, 9 de febrero de 2016

El estudio de los microorganismos proporciona información esencial sobre los mecanismos básicos de la vida. Además, permite controlar las propiedades indeseables de algunos de estos seres que son patógenos, así como potenciar los efectos de otros beneficiosos a través de técnicas biotecnológicas. Como ejemplo, el control de las enfermedades infecciosas es posiblemente la aportación singular más notable al aumento de la vida media del hombre. Varias investigaciones recientes abren también la esperanza de utilizar microorganismos frente a enfermedades humanas menos dominadas, como el cáncer.

Una publicación aparecida en la prestigiosa revista PNAS (Actas de la Academia Nacional de Ciencias, USA) ilustra cómo la bacteria *Listeria monocytogenes*, que se transmite por los alimentos y causa una enfermedad grave, puede domesticarse hasta el punto de convertirse en una bacteria asesina de tumores. Los actuales tratamientos contra el cáncer, basados fundamentalmente en quimioterapia y radioterapia, suelen ser de eficacia limitada y producir una supervivencia baja de los pacientes debido a la escasa toxicidad selectiva de estos agentes, que no diferencian mucho entre células normales y tumorales. La mejora de esta situación requiere tratamientos alternativos.

Las cepas patógenas de *Listeria* tienen tendencia a desarrollar un ciclo de vida intracelular que les permite eludir el sistema inmunitario del hospedador al que infecta. Se ha descubierto que una cepa atenuada (no virulenta) de dicha bacteria puede igualmente ser eliminada por el sistema inmunitario fuera de las células normales, pero no cuando penetra en las células tumorales. Tal hallazgo ha sugerido una nueva técnica molecular para luchar contra el cáncer mediante biotecnología microbiana. La estrategia consiste en la posibilidad de utilizar la cepa bacteriana inocua de *Listeria* para introducir agentes anticancerosos directamente en las células tumorales de una manera selectiva. Aunque la radioactividad puede destruir físicamente células cancerosas, la liberación específica en las células tumorales de moléculas de radionucleidos, como derivados del Renio o del Cobalto, ha sido siempre un problema. Los autores del trabajo unieron <sup>188</sup>Renio a la cepa atenuada de *Listeria* y esta bacteria cargada con el agente radioactivo se comportó de hecho como destructora de tumores cuando se inculó en células tumorales de ratón. La bacteria se replicó en el interior de esas células y redujo la incidencia de metástasis sin dañar a las células normales. Esta investigación demuestra que la microbiología puede domesticar una bacteria virulenta y convertirla en un agente terapéutico.

## ***El proceso de construirse a uno mismo***

Angel Pérez-Ruzafa, 16 de enero de 2016

Los seres vivos se construyen a sí mismos con el trabajo que generan oponiendo resistencia a los flujos de energía. Este proceso y sus reglas generales son comunes a todos los niveles de organización biológica, de la célula a los ecosistemas, incluidos nosotros mismos. En todos los casos, el proceso es lento, progresivo y no admite saltos, yendo de lo sencillo a lo complejo mediante la incorporación de nuevos elementos que se van ensamblando y creando relaciones entre ellos. No pueden generarse estructuras complejas de la nada, porque su existencia y funcionamiento depende de las condiciones y relaciones creadas por los estadios anteriores. En el desarrollo individual hablamos de ontogenia; a la construcción de un ecosistema lo denominamos sucesión ecológica y en el caso de las especies que constituyen la biosfera, filogenia y evolución biológica. Los estadios iniciales suponen poca biomasa, con células, individuos o especies con estructuras poco complejas, pero de crecimiento rápido y una gran capacidad de proliferación, con ciclos de vida cortos y altamente dependientes de las condiciones ambientales. La maduración implica un aumento de complejidad, el desarrollo e incorporación de nuevas estructuras y de relaciones entre ellas, ralentizando los procesos y permitiendo una mayor independencia del ambiente exterior y mayor control interno y de la propia existencia. De la complejidad surgen propiedades imprevistas: mecanismos de autorregulación, creación de condiciones favorables independientes de las fluctuaciones ambientales, mecanismos de retardo de los flujos de materia y energía y sistemas de almacenamiento para depender lo menos posible del suministro externo. En el caso de nuestro cerebro, la complejidad neuronal se traduce en capacidad de almacenar información, procesarla, encontrar regularidades que permiten anticipar el futuro y evitar los problemas, establecer vínculos afectivos que estabilizan nuestro sistema de relaciones sociales. Además, a medida que el sistema se construye, lo que se denomina su adyacente posible se incrementa. Es decir, se pueden aprovechar recursos y oportunidades que antes eran inasequibles y eso permite el desarrollo de nuevas estructuras y capacidades que las utilicen y con mayor eficiencia. Lo interesante es que, a pesar de los continuos cambios y transformaciones, la identidad no se pierde, desde la llegada de las especies pioneras a una colada volcánica virgen hasta que el bosque alcanza su clímax o desde la formación del cigoto tras la fecundación hasta que la persona alcanza la madurez, el sistema mantiene su identidad hasta que le llegue la muerte natural o alguien decida destruirlo. Pero del papel de la muerte hablaremos en otra columna.

## **...y la revolución comenzó en Santa Pola**

Juan Carmelo Gómez Fernández, 23 de enero de 2016

El 31 de mayo de 2014 ya escribí una columna titulada “Edición génica por CRISPR-Cas, una herramienta multiusos”. Por colaborar en el desarrollo de estos conocimientos se concedió en 2015 el Premio Princesa de Asturias a Charpentier y Doudna. No creo exagerar si afirmo que este avance es de los más importantes realizados en Ciencia en las últimas décadas. El último número de la revista *Cell* publica un artículo en el que revisa quiénes son los héroes de este descubrimiento. Los primeros (en 1995) en observar la existencia de secuencias repetidas en bacterias que crecen en las salinas de Santa Pola fueron investigadores de la Universidad de Alicante, entre los que estaban Francisco Mójica. Mójica fue quien observó más tarde que estas repeticiones en los DNAs de bacterias se encontraban en otras especies y colaboró en denominarlas CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats), sugiriendo posteriormente que estas secuencias formarían parte de una especie de sistema inmunitario adaptativo de las bacterias. Por cierto, Mójica se las vio y se las deseó para publicar estos hallazgos y sus manuscritos fueron rechazados sin revisión por varias prestigiosas revistas (probablemente porque provenían de una Universidad poco conocida). En los años siguientes diversos autores, especialmente Charpentier, Doudna, Siknys y Zhang desarrollaron técnicas basadas en lo aprendido de los CRISPR que permiten el silenciamiento de genes en células eucarióticas y cambiarlos a voluntad, lo que abre enormes posibilidades de modificación del genoma para evitar enfermedades, crear plantas más productivas, etc. Reflexiones derivadas. Primera, que científicos que trabajan en sitios marginales pueden realizar importantes descubrimientos, como es el caso de Mójica y otros. Segunda, que el descubrimiento fue gestándose durante más de veinte años en manos de científicos básicos. Ningún descubrimiento surge de la noche a la mañana y se requiere el esfuerzo de cientos de investigadores que van realizando pequeñas aportaciones durante décadas, en su mayoría en sitios sin glamour científico. Obsérvese en consecuencia lo injusto que resulta el criticar y despreciar a universidades como la de Alicante (o la de Murcia y tantas otras “de provincias”) porque no figuren entre las primeras cien del mundo. Por último, podríamos preguntarnos por qué Mójica no estuvo en el esprint final. Este investigador reconoce (*El Confidencial* del 16 de enero de 2016) que se quedó sin financiación y ello debido a los recortes que surgieron desde 2008, probablemente porque su trabajo no era aplicado. Que reflexionen quienes deben hacerlo.

## **Loa del éxito ajeno**

Ángel Ferrández Izquierdo, 30 de enero de 2016

Me pregunto si la mejora de la Ciencia española es un anhelo compartido por la mayoría de los sectores sociales. Cada dos años, y desde 2002, la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) realiza la encuesta nacional sobre la Percepción Social de la Ciencia. La séptima, y última, es de abril de 2015 y, como en las anteriores y por este orden, los médicos, científicos, profesores e ingenieros son los profesionales mejor valorados. La paradoja está servida en tanto que, ocupando los políticos el último escalón de la lista, son los que deciden cómo y cuánto invertir en aquellos.

El pueblo español no es consciente, ni aprende, aun con pruebas tan evidentes, que el futuro de una sociedad depende de la valoración de su Ciencia y sus científicos. Ramón y Cajal, Severo Ochoa, Santiago Grisolia y Margarita Salas deberían ser nuestro orgullo patrio. Pero también Ispizúa, Massagué, Cirac, Barbacid y Blasco; o Pepa García, del laboratorio de al lado. Cada día, muy cerca de ti, alguien ha logrado un avance importante. Procura conocerlo, aprende a ponderar el éxito ajeno y alégrate por ello. Son muchos, cientos y cientos, anónimos, aquí y allá, jóvenes y menos jóvenes, los que están en la vanguardia del conocimiento ávidos por mejorar nuestras condiciones de vida.

Seamos generosos y no caigamos en la tentación contraria, como un antepasado nuestro, el erudito cordobés Ali Ibn Hazm (994-1063) que, en 'Risala apologética', ya advertía "Los españoles sienten envidia por el sabio que entre ellos surge y alcanza maestría en su arte; tienen en poco lo mucho que pueda hacer, rebajan sus aciertos y se ensañan, en cambio, en sus caídas y tropiezos, y con doble animosidad que en cualquier otro país. Aunque sea hombre señalado y campeón de su ciencia, si se le ocurre escribir un libro, lo calumniarán, difamarán, contradirán y vejarán. Exagerarán y abultarán sus errores ligeros; censurarán hasta su más insignificante tropiezo; le negarán sus aciertos, callarán sus méritos y le apostrofarán e increparán por sus descuidos, con lo cual sentirá decaer su energía, desalentarse su alma y enfriarse su entusiasmo. Tal es, entre nosotros, la suerte del que se pone a componer un poema o a escribir un tratado: no se zafará de estas redes ni se verá libre de tales calamidades, a no ser que se marche o huya o que recorra su camino sin detenerse y de un solo golpe".

## ***Morir para seguir viviendo***

Angel Pérez-Ruzafa, 6 de febrero de 2016

Una de las características de la vida es su vocación de persistir. A lo largo de la evolución ha desarrollado mecanismos para perpetuarse e independizarse de los avatares del entorno. Sistemas de almacenamiento y transmisión de la información para reconstruir su estructura (el ADN), distintas formas de reproducción, simbiosis, recombinación, defensa, homeostasis, regulación... que le permiten amortiguar los impactos del ambiente, de competidores o depredadores. Pero uno de los mecanismos más singulares y enigmáticos inherente a la vida, desde la célula hasta la biosfera, es la muerte.

Esta paradoja tiene sentido. La vida tiende a crecer y aumentar su complejidad para hacerse más eficiente en el uso de los recursos e independizarse del ambiente, aumentando su control sobre los flujos de energía. Sin embargo, un aumento excesivo de complejidad puede resultar inmanejable. Se pierde flexibilidad y velocidad de reacción. Hay mayor control sobre lo previsible, pero perdiendo capacidad de reacción ante situaciones imprevistas. Además, los costos de mantenimiento aumentan exponencialmente a medida que el sistema es más complejo y la falta de recursos lo hacen muy vulnerable. Cualquier pequeña perturbación podría desmoronarlo. Más allá de los organismos vivos, podemos encontrar ejemplos de esta situación en empresas que han crecido excesivamente, imperios desaparecidos, muchos repentinamente y sin dejar casi rastro, en la cumbre de su esplendor.

La muerte, más o menos controlada, es un mecanismo para retardar todo lo posible ese estado. A nivel celular, en tejidos y órganos, tenemos la apoptosis o muerte celular programada; en las poblaciones de las distintas especies hay eventos de mortandad masiva, en forma de epidemias muchas veces sin causas conocidas; las comunidades y ecosistemas sufren procesos de destrucción parcial en forma de incendios, tormentas u otras catástrofes; la biosfera ha sufrido también eventos catastróficos periódicos que han producido extinciones en masa que han acabado con hasta el 95% de las especies del planeta. Pero estos eventos, lejos de acabar con la vida, son mecanismos de rejuvenecimiento. Las estructuras se simplifican, en zonas más o menos restringidas, ganando en flexibilidad y productividad, coexistiendo con zonas más maduras y complejas que ofrecen estabilidad y posibilidades de regulación. En el caso de la evolución, tras una extinción, mediante la radiación y aparición de nuevas especies la vida se revitaliza y aumenta su diversidad. Un proceso que aún no ha finalizado. Nuestro cuerpo, por término medio, cada 5 a 10 años renueva sus células y a pesar de ello seguimos reconociéndonos como la misma persona. En palabras de Ramón Margalef: los ecosistemas permanecen, aunque sus componentes cambian constantemente.

## ***El aire que respiramos***

Mariano Gacto Fernández, 13 de febrero de 2016

Muchos estudios sobre la calidad del aire se basan en determinar la presencia de contaminantes químicos tóxicos, como óxidos de nitrógeno o dióxido de carbono. Estos gases derivan en parte del intenso uso de combustibles fósiles y contribuyen al calentamiento global por su efecto invernadero. Sin embargo, cambios climáticos drásticos ocurrieron en otros períodos de diversas eras geológicas, o durante el fin de las glaciaciones, sugiriendo que las oscilaciones de temperatura pueden deberse también a otras causas. En cualquier caso, esta controversia ha alentado un ferviente ecologismo basado en el control de la calidad química del aire que, aunque interesante, ignora en cambio otros aspectos biológicos a considerar sobre el aire que respiramos.

Un reciente informe de un grupo del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Murcia concluía que la contaminación del aire en Murcia por gases contaminantes “no es alarmante pero sí preocupante”. No obstante, conviene resaltar que el aire no es solamente una mezcla de gases. Es también una parte de la biosfera que contiene numerosas partículas inertes suspendidas y seres vivos asociados, como virus, esporas y células vegetativas de bacterias y hongos. Muchos microorganismos son componentes naturales del ambiente aéreo, y la determinación de este aeroplanton es un control de calidad sanitaria porque contiene poblaciones potencialmente patógenas o inmunógenas. Las bajas concentraciones de materia orgánica en el aire no favorecen el crecimiento microbiano, pero permiten dilatadas supervivencias. Un humano adulto consume más de 10.000 litros diarios de aire, por lo que el contenido microbiano del aire puede causar infecciones respiratorias y desórdenes en la salud humana.

Empleando colectores automáticos de aire diseñados para retener con eficacia bacterias y hongos suspendidos en volúmenes determinados de aire, nosotros hemos estudiado la evolución anual de las poblaciones aéreas microbianas en diversas zonas urbanas de Murcia, incluyendo ambientes cerrados y abiertos. Teniendo en cuenta varios parámetros como la cantidad de aire inhalado y el valor medio de la contaminación microbiana, puede afirmarse que cada ciudadano incorpora diariamente en Murcia no menos de 5.000 microorganismos por vía aérea. Esto puede ser llamativo, pero tal nivel no está en un rango superior al detectado en el aire de muchas otras ciudades. Afortunadamente, la densidad microbiana detectada corresponde en su mayoría a especies no patógenas o peligrosas de bacterias y de hongos. Por tanto, como nuestros colegas, podemos indicar que la contaminación microbiana del aire de Murcia es preocupante pero no alarmante.

## ***¿Producción o productividad?***

Angel Pérez-Ruzafa, 20 de febrero de 2016

La producción es inherente a la vida. Aunque la energía ni se crea ni se destruye, sí puede transformarse en energía más utilizable y empaquetada. Las plantas captan la energía solar y la transforman en materia orgánica asimilable por los herbívoros. Estos consumen plantas y las convierten en carne, con la energía más empaquetada y digerible. Pero estas transformaciones son poco eficientes e implican pérdidas disipando calor. Además, los seres vivos necesitan dedicar parte de la energía consumida a mantenerse a sí mismos y su metabolismo, es decir crecer, reproducirse, reparar daños, buscar alimento. Ocurre exactamente lo mismo a nivel de ecosistemas y de cualquier estructura derivada de la actividad humana. La tendencia -tanto a lo largo de la evolución biológica, como en el proceso de construcción de los individuos (desarrollo), de los ecosistemas (sucesión ecológica) o de las sociedades- es a crecer en complejidad. Ello permite incrementar la eficiencia, es decir, utilizar en sí mismos la mayor cantidad posible de la energía consumida. Pero, aunque esto permite un crecimiento en estructuras y competitividad, al mismo tiempo, esta complejidad también supone un incremento muy importante de los costos de mantenimiento.

Por esta razón no es lo mismo crecer o producir mucho que ser muy productivo. La productividad es la relación entre lo que se produce y lo que se consume y, por tanto, determina cuanta producción queda disponible para que otros puedan usarla. Ejemplos de sistemas productivos son un campo de cultivo, un prado o una laguna costera. En cambio, los sistemas que se han hecho muy complejos, aunque en términos absolutos almacenen una gran biomasa, en realidad, como tienen muchas estructuras que mantener, autoconsumen todo lo que producen (como las selvas tropicales o los arrecifes de coral), por lo que no pueden ser explotados sin ser destruidos. Los sistemas humanos que crecen en exceso pueden llegar a sobrepasar el equilibrio y lo que necesitan para mantenerse suele ser superior a lo que realmente producen. Entonces se ven obligados a explotar a los sistemas de su entorno para poder mantenerse. Actualmente los sistemas económicos y de evaluación de la producción, científica, por ejemplo, se basan en medir la producción (número de artículos publicados) y no la productividad (número de artículos en relación a las infraestructuras con las que se cuenta). Si realmente queremos invertir inteligentemente deberíamos primar a los que hacen más con menos, pero evidentemente esto cambiaría radicalmente la distribución de presupuestos, desde las Universidades a las Comunidades Autónomas.

## ***La geometría global***

Pascual Lucas Saorín, 27 de febrero de 2016

Las ideas más familiares sobre la geometría fueron inspiradas por la antigua visión de que el mundo es plano. Desde el paralelismo de dos rectas hasta el teorema de Pitágoras, estas “verdades” residen en un lugar imaginario, la geometría del plano. Una geometría que hunde sus raíces en las civilizaciones de India, China, Egipto y Babilonia, pero que fue codificada y refinada por Euclides y sus colegas griegos. Esta geometría plana es la geometría principal (y para muchos la única) que se aprende durante el periodo escolar.

Pero en la era de la globalización, de Google Earth y de los viajes transcontinentales, habría que realizar un esfuerzo por conocer otras geometrías, en particular la geometría esférica y su hermana mayor, la geometría diferencial. Esta geometría es reciente (bueno, en Matemáticas 200 años no es nada) y su origen puede asociarse con Gauss y Riemann. Es, además, la geometría que sirve de edificio o estructura para las modernas teorías físicas (en particular, para la teoría general de la relatividad del genial Einstein).

Por ejemplo, si nos preguntamos qué ciudad, Nueva York o Roma, está más al norte, la mayoría piensa, a bote pronto, que Nueva York. Sin embargo, ambas ciudades están aproximadamente en la misma latitud. Por tanto, es de suponer que los pilotos de las compañías aeronáuticas que vuelan entre ambas ciudades lo harán siguiendo el correspondiente paralelo. La realidad no es esa. Los pilotos realizan una trayectoria “curva” pasando por Canadá, el Atlántico norte, Irlanda y Francia. ¿Por qué? Pues porque es el camino más corto, la trayectoria geodésica en la geometría esférica. Nos puede parecer extraño, por lo acostumbrados que estamos a los mapas planos. Pero la proyección de Mercator, que es la que suele utilizarse para representar la Tierra en un plano, deforma ésta y las rectas del mapa no se corresponden con las “rectas” reales, es decir, con las trayectorias más cortas.

El plano y la esfera son superficies simples y sencillas, cuya geometría puede describirse de forma precisa y elegante. Por el contrario, las superficies arbitrarias (y sus generalizaciones, las variedades diferenciables) que se necesitan para explicar las modernas teorías físicas son algo más complicadas, y su manejo requiere de un adiestramiento previo en otras disciplinas matemáticas. Pero si se quieren entender y profundizar en los modelos físicos actuales no es posible prescindir de la geometría diferencial.

## **Química, salud y bienestar social**

Alberto Tárraga Tomás, 5 de marzo de 2016

El conocimiento de los efectos que determinadas moléculas han tenido a lo largo de la historia de la humanidad constituye un excelente punto de referencia para poder apreciar el impacto que la Química ha tenido en la sociedad a lo largo de los siglos. Sin embargo, pese a vivir en la sociedad del conocimiento, trasladar esta evidencia a la ciudadanía no es tarea fácil. Resulta imprescindible vencer la creencia, generalmente extendida, de que la Química es algo pernicioso. Y para ello nada mejor que demostrar que ésta constituye una herramienta absolutamente crucial para desarrollar, por sí misma o en colaboración con otras disciplinas (Medicina, Biología o Ingeniería), tanto nuevas moléculas -con aplicaciones en campos tan diferentes como nuevos materiales, electrónica molecular, diseño de fármacos más eficaces, etc.-, como dispositivos que permitan el desarrollo de nuevos tipos de terapias en la medicina moderna.

Dentro de este vasto campo que abarca la Química, hay que subrayar el interés creciente prestado al diseño de nuevos sistemas supramoleculares y de nanomateriales para su aplicación en las ciencias de la salud, destacando el protagonismo que ciertos sistemas nanoestructurados, como son las nanopartículas, están adquiriendo en campos como la biomedicina, y que queda reflejado en el incremento del número de publicaciones que, dentro de este campo, aparecen en las revistas especializadas.

A modo de ejemplo sirva el artículo recientemente publicado por el Prof. Zheng y colaboradores (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55, 2787-2791) donde describe la utilización de determinadas nanopartículas, químicamente modificadas, para diferenciar las diversas etapas de la disfunción renal en ratones. Si estos resultados pudieran trasladarse a las personas, los médicos serían entonces capaces de diferenciar fácilmente los riñones con función normal, disfunción moderada y severa, algo que, según los autores, no parece sencillo de hacer, dado que, por una parte, los marcadores que se utilizan en Medicina para el diagnóstico de la disfunción renal -niveles de urea y creatinina en sangre- a menudo parecen normales, aun cuando se haya perdido el 75% de la función renal. Y por otra, que las técnicas de diagnóstico por imagen utilizadas actualmente, poseen inconvenientes tales como un alto coste y baja accesibilidad, entre otros.

Este ejemplo pone de manifiesto, una vez más, que la Medicina ofrece uno de los escenarios más emocionantes para explorar las aplicaciones de la Química, aunque la sociedad, en general, no asocie los avances en determinados campos de la Medicina con la Química.

## **Fluorescencia de Matlalina**

Francisco García Carmona, 12 de marzo de 2016

Algunas moléculas sintetizadas en la Biosfera tienen capacidad fluorescente, es decir, son cromóforos capaces de absorber energía en forma de luz de una determinada longitud de onda y emitir parte de esa energía en forma de luz de mayor longitud; este fenómeno puede llegar a detectarse por simple observación cuando la luz que emite está dentro del espectro de la luz visible (400-750 nm).

La primera observación de una molécula biológica con fluorescencia, de la que se tiene constancia escrita, es la referencia realizada por el médico y botánico español Nicolás Monardes en 1565. Cuando en su libro titulado *“Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en Medicina”* describe la infusión que denomina *Lignum nephriticum* por su uso en dolencias del riñón. La infusión es obtenida de una madera particular traída de Méjico, conocida como “palo dulce”, y presenta un peculiar color azul brillante (fluorescencia) que describe de la siguiente manera *“Toman el palo y hacen unas tajaditas muy delgadas y no muy grandes y echarlas en agua... dentro de media hora se comienza el agua a poner con un color azul muy claro y cuánto más va más azul se torna”*.

Esta observación ya había sido descrita por Fray Bernardino de Sahagún en Códice Florentino (ca.1560–1575), quien en sus estudios etnográficos de Méjico la recogió directamente de los curanderos aztecas. Desgraciadamente, no pudo conseguir ver publicado su enciclopédico trabajo.

Este fenómeno intrigó a grandes científicos como Robert Boyle que en 1664 describió que el peculiar color azul se manifestaba de forma dependiente del pH, o a Isaac Newton que en 1672 incluye la observación de este fenómeno en sus esfuerzos para formular una teoría de la luz y el color.

El compuesto fluorescente recibió el nombre matlalina (de Matlali, palabra azteca que significa azul) pero su estructura química y síntesis no se aclaró hasta el año 2009 por un grupo de investigadores españoles del CSIC al frente del cual está el Profesor de Investigación D. Alberto Ulises Acuña Fernández. Cuando realizaron un extracto del palo dulce y encuentran que se obtenían de forma muy abundante unos raros y no fluorescentes compuestos denominados coatlina A y coatlina B e inesperadamente, se observó que a temperatura ambiente en una solución acuosa ligeramente alcalina coatlina B evolucionaba hacia un solo producto, emisor de luz azul, la matlalina.

El proceso era espontáneo y suponía dos pasos de oxidación con oxígeno molecular de dos estructuras de charconas orto-difenólicas que se estabilizaban mediante reacciones intramoleculares y alguna adición de agua.

## **Un mundo sin suelo**

Carlos García Izquierdo, 19 de marzo de 2016

¿Se imaginan un mundo sin aire o que tuviese una deficiencia de oxígeno o un exceso de óxidos de nitrógeno que lo hiciese irrespirable? ¿Se imaginan un mundo sin agua, o donde ésta estuviese contaminada haciéndola inutilizable para el ser humano y otros usos a los que se dedica? Nadie puede pensar que nuestro mundo funcionaría en condiciones donde la supervivencia estuviese comprometida por la inexistencia o condiciones anómalas de recursos naturales tan importantes como el aire y el agua. Por ello se apoya cada vez más por parte de gobiernos y población en general, políticas tendentes a salvaguardar dichos recursos naturales. Pues desde esta columna (y no por primera vez) solo defendiendo el mismo trato para otro recurso natural no menos importante, pero que a nivel social e incluso de las administraciones públicas, parece como si su importancia fuese mucho menor; ese recurso natural es el SUELO. Desde aquí defendiendo la necesidad de protegerlo para evitar su pérdida. Sería sencillo hacer esta defensa del suelo señalando que nuestras casas están situadas sobre él, al igual que las empresas que desarrollan gran parte de nuestra actividad. Otra de nuestras actividades y pilar de nuestra economía nacional y regional, la agricultura, es claramente dependiente del suelo; si éste no se encuentra en condiciones adecuadas (exceso de degradación, salinización, contaminación, etc.), su productividad se verá comprometida, nuestras masas forestales también, y la alimentación de la población podría tener problemas. Aún más; si el suelo queda improductivo, se abandonará y perderá cubierta vegetal, dando paso a los procesos de erosión y desertificación, haciendo desaparecer parte de ese recurso natural. ¿Podemos entonces imaginar un mundo sin suelo? Lo indicado ya debería de ser suficiente argumento para considerar la necesidad que tenemos como sociedad de defender el suelo, y poner en marcha acciones claras para su protección. Pero un argumento más a favor de esa protección es tener presente que con la pérdida o destrucción del suelo se pierde: a) la posibilidad de que actúe positivamente sobre nuestros flujos de agua; b) la posibilidad del mantenimiento de un filtro depurador contra muchas de las sustancias tóxicas que llegan al mismo; y sobre todo, la posible pérdida de vida (biodiversidad) de las poblaciones microbianas que integran ese ecosistema. Protejamos pues el suelo, para que sea un soporte de vegetación estable, útil para la vida y la sostenibilidad de los ecosistemas.

## ***La enseñanza de las ciencias experimentales***

Félix M. Goñi Urcelay, 2 de abril de 2016

El que esto escribe es un sexagenario, y científico de profesión, catedrático de universidad por más señas. Me he decidido a tratar un tema que me preocupa hace mucho, que es la enseñanza de las ciencias en la ESO y el Bachillerato. Seré explícito: me parece calamitosa. Nos sorprende en la Universidad que haya cada vez menos gente dispuesta a dedicarse a la ciencia. La clave, en mi opinión, hay que buscarla en la enseñanza de las ciencias antes de la universidad. Hay que comparar cómo se enseñaban, por ejemplo, la física o la química cuando yo era un niño, y cómo se enseñan ahora. La diferencia es que no hay ninguna diferencia. En los dos casos el procedimiento es lamentable. Nosotros empezábamos a estudiar química con litio-sodio-potasio-rubidio etc. Hace 10 años o 15 pude comprobar con espanto, que mis hijas empezaban a estudiar química con 14 tiernos años con: litio-sodio-potasio-rubidio-cesio... y eso sí, el segundo día: berilio-magnesio-calcio-estroncio, etc. Y, por lo que me cuentan, el sistema de “enseñanza” sigue invariable.

La diferencia en el método de enseñanza no es ninguna, pero en cambio la sociedad de hoy no se parece en absoluto a la de mi infancia. Cuando yo estudiaba eso no había televisión en mi casa, ni casi en ninguna casa. Nosotros no conocíamos más mundos que el del colegio, el del pueblo y el de algunos libros ilustrados con “santos”. No se parece en nada al mundo actual. ¿Cómo podemos esperar que un chico o una chica medianamente despabilado se dedique a memorizar la lista de los elementos químicos pudiendo jugar con el ordenador a lo que sea, mucho más interesante? ¿Acaso no hay otra manera de presentar la química? ¿No se puede presentar la química, la primera clase de química, hablando de alimentación, del medio ambiente, hablando de la composición de los seres vivos, que son todos temas esencialmente químicos? Pues no se hace, y eso lo estamos pagando.

Vamos a decirlo con claridad, la enseñanza de las ciencias en los niveles iniciales no tiene que ser enseñanza, tiene que ser... ¡proselitismo! Hay que engatusar a nuestros hijos para que vean lo mejor que hay en el mundo, hay que “engañarles” para que ellos por sí mismos alcancen la verdad, una verdad como una casa, y es que no hay nada en este mundo tan divertido como hacer ciencia, nada ni remotamente parecido.

## **Charles Eugène Delaunay**

Pascual Lucas Saorín, 9 de abril de 2016

Este año se conmemora el 200 aniversario del nacimiento de Charles Eugène Delaunay, nacido en Lusigny-sur-Barse (Francia) el 9 de abril de 1816. Ingresó en la Escuela Politécnica de París en 1834, siendo el segundo mejor estudiante de los que ingresaron ese año. Cuando se graduó en 1836, Delaunay fue el mejor estudiante de la Escuela.

En su tesis doctoral, defendida en 1841 y titulada "*De la distinction des maxima et des minima dans les questions qui dépendent de la méthode des variations*", profundizó en el estudio del cálculo de variaciones. Tras unos años como profesor en la Escuela de Minas, en 1849 se incorporó a La Sorbona, donde impartió clases de mecánica física hasta 1855, año en que se incorporó a la Academia de Ciencias.

Fue precisamente en 1841 cuando Delaunay publica un artículo donde demuestra que las únicas superficies de revolución con curvatura media constante son las superficies obtenidas por rotación de las ruletas cónicas; estas superficies se denominan, en su honor, superficies de Delaunay. La lista se reduce al plano, el cilindro, la esfera, el catenoide, el unduloide y el nodoide. La curvatura media de una superficie en un punto es, aunque parezca un juego de palabras, la media de las curvaturas de las curvas planas que pasan por ese punto en cualquier dirección. Un caso especial de estas superficies son las superficies minimales, en las cuales dicha curvatura es cero. Por su importancia, las superficies minimales suelen estudiarse de forma separada.

El estudio de las superficies (en general, subvariedades) de curvatura media constante es un campo de investigación muy importante de la geometría diferencial actual. Este tipo de superficies son representaciones naturales de las pompas de jabón, pues se corresponden con los puntos donde la diferencia de presión (entre el interior y el exterior) es nula.

Delaunay sustituyó a LeVerrier como profesor de mecánica en 1851, hecho que le valió su enemistad. El enfrentamiento se hizo público y notorio a partir de 1860 y se acrecentó en 1870, cuando Delaunay sustituyó a LeVerrier como director del Observatorio de París. En descarga de Delaunay hay que decir que LeVerrier era un hombre difícil y que tenía enfrentamientos con numerosos colegas científicos.

Delaunay murió joven, a los 56 años, en Cherbourg (Francia), en un accidente de navegación ocurrido el 5 de agosto de 1872, mientras inspeccionaba los trabajos de la reciente construcción del puerto artificial de dicha ciudad. Su nombre figura en la Torre Eiffel, en una lista de 72 científicos, en reconocimiento a sus importantes contribuciones científicas.

## ***Semillas de uva contra el cáncer***

Cecilio J. Vidal Moreno, 23 de abril de 2016

Los resultados publicados por eminentes científicos en revistas de prestigio sugieren que los extractos de semilla de uva son útiles para prevenir y combatir el cáncer. El consumo de tales extractos, por parte de pacientes aquejados de varias clases de cáncer, disminuye la intensidad de los trastornos producidos por la quimioterapia y mejora la efectividad del tratamiento. Los extractos de semilla de uva se vienen usando para aliviar dolencias del corazón y del sistema circulatorio, tales como aterosclerosis, hipertensión y elevado colesterol. También para mejorar la visión, en casos de degeneración macular, y para rebajar la hinchazón de la zona ocular, tras una operación o un golpe. Los trabajos con células cancerosas de colon en cultivo y con extractos comerciales de semilla de uva, con alto contenido en taninos extraídos de semillas molidas y liofilizadas, revelaron que el extracto de uva mejoraba en un 30% la acción antitumoral del 5-fluorouracilo. En animales de laboratorio, dosis tan altas como un gramo de extracto por cada kilo en peso del animal no produjeron efectos adversos. También en animales, la administración simultánea de 5-fluorouracilo y extracto redujo la inflamación en un 55% y el daño intestinal inherente a la quimioterapia, sin efecto aparente para el tejido sano no canceroso. Los taninos de la semilla de uva y del hollejo contienen proantocianidinas y otros compuestos polifenólicos, los cuales comunican el amargor y la astringencia al vino tinto. Las pruebas de laboratorio indican que las proantocianidinas y demás polifenoles de la uva alivian los trastornos cardiovasculares y neurológicos, el malestar intestinal y la pancreatitis. Todo indica que las proantocianidinas de la uva son capaces de combatir procesos cancerosos, en sus etapas de iniciación, promoción y progresión: también son útiles para prevenir la carcinogénesis por cuanto ayudan a eliminar metabolitos cancerígenos. Es muy probable que los efectos antitumorales estén vinculados a la fuerte acción antioxidante que tienen las proantocianidinas y demás polifenoles de la uva. Este poder antioxidante explicaría la acción protectora de los taninos frente al estrés oxidativo, lo que favorecería la integridad genómica, la menor incidencia de fenómenos de apoptosis (destrucción) en células normales y la mayor frecuencia de apoptosis en células tumorales. Sirva esta breve nota para glosar las virtudes terapéuticas del extracto de semilla de uva y para animar a los empresarios de una región vitivinícola como la nuestra, para que saquen provecho de un subproducto de la elaboración del vino.

## ***Importancia de las reacciones de transferencia de carga***

M<sup>a</sup> de los Ángeles Molina Gómez, 30 de abril de 2016

Las reacciones de transferencia de carga constituyen la etapa clave de un gran número de procesos químicos y biológicos que tienen una gran relevancia para la vida, tales como la fotosíntesis, procesos enzimáticos en los que intervienen cadenas de centros rédox y la respiración celular. Además, dichas reacciones de transferencia de carga son la base de todo proceso electroquímico y, en particular, de dispositivos electroquímicos de gran impacto tecnológico tales como los relacionados con el almacenamiento y generación de energía (pilas de combustible, baterías, supercondensadores). Así, por ejemplo, en las pilas de combustible, es necesario minimizar el coste energético de las etapas limitantes de la velocidad global de las reacciones de interés que son la oxidación del hidrógeno o combustible y la reducción del oxígeno del aire, con el fin de obtener tasas de conversión elevadas, y por ello la catálisis o electrocatálisis (es decir: la aceleración de las mismas) juega un papel clave.

En este contexto, un gran número de enzimas redox se comportan como excelentes electrocatalizadores cuando se encuentran confinadas/inmovilizadas sobre electrodos o sobre superficies conductor/semiconductor. Un importante ejemplo son las hidrogenasas, que son enzimas que facilitan la interconversión y la generación renovable del hidrógeno, que es fundamental en las células de combustible. Tradicionalmente, un electrocatalizador de alta estabilidad ha sido el platino, que es extremadamente caro. Las hidrogenasas contienen únicamente hierro y níquel en sus sitios activos, y en algunas de ellas la eficiencia de conversión puede llegar a ser mil veces superior a la del platino.

Con relación a la reacción de reducción de oxígeno, se han realizado importantes esfuerzos en la síntesis de moléculas que imiten el sitio activo de la citocromo-c oxidasa, ya que en la etapa final de la respiración la citocromo-c oxidasa cataliza la reacción de cuatro electrones correspondiente a la reducción de oxígeno a agua. Es importante resaltar que es esencial que esta reducción tenga lugar de forma completa para evitar la formación de radicales libres o especies tóxicas parcialmente reducidas como son el peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilo y el anión superóxido.

Otro ejemplo de acción electrocatalítica puede encontrarse en el estudio del transporte de oxígeno en hemoglobina, el cual ha dado lugar a numerosos estudios para sintetizar un gran número de porfirinas con superestructuras que protegen estéricamente el aducto de oxígeno frente a la formación de otros compuestos, permitiendo la implantación de ligandos intramoleculares que facilitan la fijación del oxígeno en sangre.

## **El hotelito de Hilbert**

Pascual Lucas Saorín, 7 de mayo de 2016

Todos los años se celebra en Barcelona el Mobile World Congress, el mayor congreso del mundo dedicado a la tecnología móvil (según reza su publicidad). Es habitual que este evento colapse la ciudad y que no queden habitaciones de hotel libres; de hecho, muchos visitantes hacen las reservas ¡el año anterior! Esto no pasaría si Barcelona dispusiera de un Hotel de Hilbert.

Un Hotel de Hilbert tiene muchas habitaciones (infinitas), tantas que su lema es “Siempre hay una habitación libre”, aunque esté lleno. Cuando llega un nuevo huésped, el gerente envía al huésped de la habitación 1 a la habitación 2; al de ésta a la número 3, y así sucesivamente. Al final del proceso ha quedado libre la habitación 1 para el nuevo huésped. Pero una noche llegaron infinitos clientes, y aún así el gerente los ubicó. Para ello, al huésped de la habitación 1 lo trasladó a la 2; al de la habitación 2 lo trasladó a la 4, y así con todos los huéspedes. Al final de los traslados quedaron ocupadas las habitaciones pares y libres las habitaciones impares, donde pudo alojar a los nuevos clientes.

Todo marchaba bien hasta que un día llegan infinitos autobuses, con infinitos pasajeros en cada uno. Llegan “infinito al cuadrado” nuevos clientes, y esto supone un desafío para el gerente. Pero no hay problema (recuerden el lema: “siempre hay una habitación libre”). En primer lugar, deja libres las habitaciones impares. A continuación, para alojar a los nuevos clientes, el gerente utiliza un sistema ingenioso. Imagina que los nuevos clientes son como los puntos del plano (con coordenadas naturales), donde cada fila representa un autobús, de modo que el cliente  $(i,j)$  representa el cliente nº  $j$  del autobús nº  $i$ . La primera habitación libre se la da al cliente  $(1,1)$ ; a continuación, reparte las siguientes dos habitaciones libres a los clientes  $(1,2)$  y  $(2,1)$ ; seguidamente asigna las siguientes tres habitaciones libres a los clientes  $(1,3)$ ,  $(2,2)$  y  $(3,1)$ ; y así sucesivamente. Siguiendo un movimiento en zig-zag va recorriendo todos los autobuses, asignando habitaciones a todos los viajeros.

Y ese es el truco del gerente: siempre que pueda hacer una lista con los nuevos clientes, que los pueda enumerar, entonces también los podrá alojar en su hotel. El problema es que no todos los grupos de viajeros pueden ser enumerados. Pero esa es otra historia, que merece ser contada en otro momento.

## ***El principio de San Mateo en Ecología***

Angel Pérez-Ruzafa, 14 de mayo de 2016

Cuenta S. Mateo (Mt. 25, 29-30) que el “Reino de los Cielos es como un hombre que, al ausentarse, llamó a sus siervos y les encomendó su hacienda dándole a cada cual según su capacidad. Enseguida, el que había recibido cinco talentos se puso a negociar y ganó otros cinco. Igualmente, el que había recibido dos ganó otros dos. En cambio, el que había recibido uno, cavó un hoyo y escondió el dinero. Cuando volvió el señor ajustó cuentas con ellos. El que había recibido cinco talentos, presentó otros cinco. Su señor le dijo: “¡Siervo bueno y fiel!; ya que has sido fiel en lo poco, voy a ponerte al frente de mucho.” El de los dos talentos dijo: “dos talentos me entregaste; aquí tienes otros dos que he ganado.” Su señor le dijo lo mismo que al primero. El que había recibido un talento dijo: “Señor, sé que eres un hombre exigente, que cosechas donde no sembraste. Por eso, me dio miedo y escondí tu talento. Aquí tienes lo que es tuyo.” El Señor le respondió: “¡Siervo malo y perezoso! Si sabías que cosecho donde no sembré, debías haber entregado mi dinero al banco. Así, habría cobrado lo mío con los intereses. Quitadle el talento y dáselo al que tiene diez”. La parábola termina con una frase contundente: “Porque al que tiene se le dará y le sobraré, pero al que no tiene, se le quitará hasta lo poco que tiene”. Esto puede parecer injusto y poco equitativo. Parece más justa la segunda ley de la termodinámica por la que donde hay diferencias de energía, ésta se redistribuye hasta que todo sea homogéneo. Pero parece que la vida ignora esta ley y sigue la parábola. A medida que los seres vivos se hacen más complejos y adquieren más estructura, se hacen más eficientes y competitivos, captando más recursos que les permiten crecer más. Ramón Margalef, el ecólogo español más importante, formuló este principio aludiendo al acoplamiento entre sistemas productivos que disipan energía y sistemas complejos más conservativos, diciendo que los ecosistemas complejos explotan a los menos maduros. Las ciudades crecen explotando a las áreas rurales, los países desarrollados a costa de los menos desarrollados. Si no se invierte lo que se produce en mejorar las estructuras propias para ser cada vez más competitivo, pronto se perderá hasta lo poco que se tenía. Puede ser una buena reflexión para analizar cómo salir de una crisis o las alusiones a deudas históricas regionales.

## ***La percepción de la ciencia por los no-científicos***

Félix M. Goñi Urcelay, 21 de mayo de 2016

Todos en nuestra sociedad, y particularmente todos los que tenemos un cierto nivel educativo, sabemos, o creemos saber, lo que es la ciencia. Sin embargo, en la práctica se dan una serie de concepciones erróneas, aunque muy arraigadas entre los que no son profesionales de la ciencia, que merecen ser aclaradas.

*La ciencia es un almacén de respuestas.* La mayoría de nuestros conciudadanos (insisto, de nuestros conciudadanos instruidos) considera la ciencia como un repositorio de saberes, una gran colección de datos. Se trate de mejorar el rendimiento de un coche, de curar una nueva enfermedad, o de predecir el tiempo que hará mañana, no hay más que consultar a “la ciencia”, o a “los científicos”, para tener la contestación. Muy pocas personas entienden la ciencia como lo que realmente es, un *método heurístico*, un procedimiento para conocer. Y un método, desde luego, con limitaciones intrínsecas. No podemos pedir a la ciencia que nos ilustre sobre la existencia o no-existencia de Dios, lo mismo que no podemos clavar un clavo con un serrucho.

*La ciencia puede dar respuestas inmediatas.* Este es un error derivado del anterior. Si la ciencia es un almacén de respuestas, basta acudir al lugar adecuado del almacén para proporcionar a los ciudadanos aquella que necesitan. Pero el método científico es lento, y de hecho nunca proporciona respuestas definitivas, porque todo el saber científico está sometido a continua revisión.

*Los datos científicos son los únicos fiables.* Ojalá fuera así, y el método científico proporcionara verdades absolutas. Cualquiera lo diría, al oír esa expresión de: “Se ha demostrado científicamente que...”. Pero no es así. La ciencia entera reposa en el *postulado*, indemostrado e indemostrable, de que la naturaleza es accesible a la razón humana. Parece que sí lo es, pero aquí no estamos hablando de apariencias, sino de verdades absolutas. Y de eso, en la ciencia menos que en ninguna otra parte, no hay.

*La ciencia cuesta mucho dinero.* Señalemos finalmente este extendido error. Lo único indispensable para hacer ciencia son las neuronas, los cerebros de los científicos, y eso sale gratis. En España el objetivo nunca alcanzado es dedicar a la investigación científica un 2% de nuestro PIB. Al mismo tiempo la educación y la salud suponen aproximadamente un 6% y un 9% del PIB en números redondos, y éstas son áreas perpetuamente necesitadas de mayor inversión. En términos de estrategia de país, el 2% dedicado a la ciencia no es menos rentable que el 6% dedicado a la enseñanza.

## ***El mundo 2d***

Alberto Requena Rodríguez, 28 de mayo de 2016

En julio de 2015, IBM anunció la fabricación de un chip de 7 nanómetros con propiedades funcionales de transistor. El progreso en la electrónica está gobernado por la ley “*pequeño, rápido, barato*”. Rige la ley de Moore, que predice que el número de transistores en un chip semiconductor se duplica cada unos 18 meses. El dispositivo electrónico clave, el transistor de efecto campo, se reduce constantemente. La longitud de un canal, hoy de 14 nm, presente en todas las CPU está al límite en el que el silicio tridimensional comienza a ser problemático. Los transistores de Si-Ge de 7 nm suponen un avance considerable sobre la tecnología de 10 nm. El siguiente paso puede ser el nodo de 5 nm. Y ¿cuál es el límite en esta nanoscala del silicio?

En 2004 se propuso el grafeno bidimensional, descendiente del cristal de grafito y aportó un Nobel en 2010 a Andre Geim y Konstantin Novoselov. Se inició una era del carbono. Sin embargo, las dificultades en abrir una anchura de banda de distintos tamaños es un handicap para las aplicaciones digitales. Se duda que el grafeno sea el sucesor del silicio. Se ha seguido investigando en cristales laminares de semiconductores que, como el grafito, permitan ampliar el límite. En 2011 el bisulfuro de molibdeno permitió la fabricación de un transistor con una capa única. Prometía, pero no superó los transistores avanzados de Si.

Patrick Vogt y Guy Le Lay en Marsella se lanzaron a la síntesis del análogo al grafeno, pero basado en silicio: siliceno. Kyozauro Takeda y Kenji Shiraishi, hace 22 años predijeron teóricamente la existencia de un alótropo 2D de silicio con un espesor de 0.4 nm entre dos subcapas, lo que es básicamente plano. Tras aportaciones experimentales, unas mejor afortunadas que otras, la primera evidencia experimental de síntesis de siliceno sobre un sustrato de plata (111) a -200 °C, se aportó en abril de 2012. Se suceden las publicaciones de “grafenos” de Si, Ge y Sn: siliceno, germaneno y estaneno. La espectroscopía fotoelectrónica con resolución angular empleando radiación sincrotrón de alta resolución y los cálculos de la teoría del funcional de la densidad han desvelado la estructura de panel subyacente. La alta flexibilidad del siliceno inherente a su escaso abombamiento, asociado a una hibridación intermedia  $sp^2/sp^3$  lo convierte en un dócil material 2D. Conserva las características electrónicas clave para ser portador de carga con una elevada movilidad y naturaleza semimetálica. Contrasta la reactividad que ofrece, frente a la inertidad del grafeno. La nanoelectrónica, la espintrónica y la computación cuántica están al acecho. Es posible que el Siliceno resulte ganador.

## **Tabaco: algo más que nicotina**

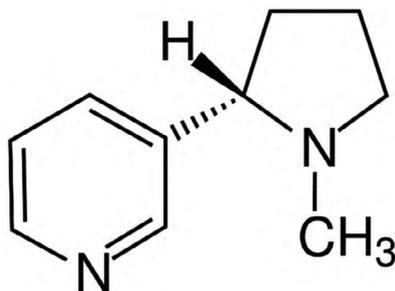
Alberto Tárraga Tomás, 4 de junio de 2016

Recientemente, los medios de comunicación han difundido la noticia de que el pasado 20 de mayo se cumplía el plazo máximo para que los estados de la Unión Europea comenzaran a incorporar a su ordenamiento jurídico interno la nueva “Directiva de Productos del Tabaco” (2014/40/UE). Según esta directiva, los estados miembros disponen de un plazo, que finaliza en mayo de 2017, para insertar en el etiquetado de las cajetillas del tabaco advertencias sanitarias que muestren, no sólo mediante el uso de textos sino también de imágenes impactantes, la crudeza de las enfermedades que el consumo de tabaco puede ocasionar: cánceres y enfermedades respiratorias y cardíacas. En este sentido, la directiva exige que estas advertencias sanitarias cubran el 65% de las caras anterior y posterior en el caso de los envases de cigarrillos y del tabaco de liar.

Es cierto que, de entre todos los compuestos que se encuentran presentes en el tabaco, sólo la nicotina produce adicción, como también lo hace el alcohol, la cocaína, la metanfetamina o la heroína. Todos ellos agentes exógenos al cuerpo humano con capacidad para modificar o interrumpir la acción de determinadas moléculas, los neurotransmisores, que actúan como mensajeros químicos de la transmisión sináptica neuronal.

Si bien el carácter tóxico de la nicotina, unido al hecho de que ésta sea uno de los principales factores de la adicción al tabaco, constituyen elementos suficientes para desaconsejar el consumo del mismo, es la inhalación del humo lo que hace que lleguen a los pulmones, junto a la nicotina, una concentración elevada de más de cuatro mil sustancias altamente tóxicas y de demostrado carácter carcinogénico (benzopireno, benceno, alquitrán, amoniaco, cianuro, cadmio, níquel, etc).

Teniendo en cuenta las consecuencias adversas para la salud de los consumidores de tabaco, que hacen del tabaquismo la principal causa de muertes evitables en los países desarrollados, no es de extrañar que las autoridades europeas estimulen a la población, mediante la publicación de estas directivas, a reducir el consumo de tabaco y, a su vez, dicten medidas para eliminar totalmente el humo del tabaco en ambientes cerrados puesto que está perfectamente demostrado que la simple exposición pasiva de adultos o niños al humo del tabaco, constituye un serio riesgo para su salud, ya que el humo generado en el extremo del cigarrillo también contiene sustancias tóxicas en una concentración, incluso mayor, que en la corriente principal inhalada por el fumador.



Molécula de nicotina

## ***La biología y el comienzo de la vida humana individual***

Félix M. Goñi Urcelay, 11 de junio de 2016

En este tema se da a menudo lo que yo creo que es un error de principio, al proyectar nuestra antropología sobre los datos de la biología. Así, estos datos científicos, que nadie discute, se utilizan para “demostrar” que la vida humana individual comienza, o no comienza, en el “instante” de la concepción (instante, dicho sea de paso, que en la especie humana dura unas 20 horas, pero éste es otro tema).

El error está en pensar que la biología se ocupa de individuos. Esto no es así. El objeto de la biología son los seres vivos en su conjunto, más concretamente los seres vivos que son objeto de la selección natural. El hombre y los animales y plantas domesticados escapan a la biología por distintas razones. En particular en la especie humana (y en menor medida en los animales domesticados) lo que nos interesa es el individuo, cada individuo tiene un valor en sí mismo.

Pero para la biología como ciencia los individuos no cuentan, cuentan las especies, las colectividades, a lo sumo grupos de animales o plantas que comparten un hábitat. Por eso la biología no puede dar respuesta a la pregunta de cuándo comienza la vida humana individual. Como mucho, la biología puede señalar dos límites, inicial y final, en la vida del individuo, es decir, el individuo no puede existir antes del primer contacto del espermatozoide con el óvulo, ni después de la muerte, pero para ese viaje no necesitábamos tales alforjas. Por otra parte, la biología tampoco nos revela ninguna discontinuidad especial entre la fecundación y la muerte, lo que sí puede apoyar un cierto principio de precaución para proteger al no nacido.

Es más, la biología ni siquiera puede señalar el punto de comienzo de la especie humana. Hubo, es cierto, un proceso de hominización que duró cientos de miles o millones de años, pero no se puede decir “hasta aquí era animal, desde aquí es hombre”.

Para mí, la consecuencia de todo esto es que decidir qué/quién es un individuo humano, qué/quién es una persona, no corresponde en absoluto a la biología, sino a la filosofía y/o al derecho. Cualquier afirmación ética en este terreno que se presente como basada en datos biológicos está, en realidad, haciendo un mal uso de la biología y de la ética.

## **Cocina y digestión (I)**

Félix M. Goñi Urcelay, 18 de junio de 2016

Se ha dicho, con razón, que solo la especie humana cocina. Se puede añadir, además, que el cocinado de los alimentos ha supuesto un componente importantísimo de la evolución cultural. Pero, ¿qué ventaja evolutiva “en el terreno, insisto, de la evolución cultural” proporciona el cocinado a la especie humana? En mi opinión hay una muy clara, a saber, la cocina efectúa una predigestión de los alimentos, y ayuda a su digestión posterior, de modo que podamos ingerir más alimentos con menos esfuerzo, gastar menos energía para digerirlos, y completar la digestión en menos tiempo.

La predigestión se aplica a los tres grupos mayoritarios de biomoléculas en la digestión. En el caso de los glúcidos (o carbohidratos), y particularmente de los polisacáridos, la cocina los hidrata (como cuando cocemos el arroz, la pasta o las legumbres), y los hidroliza ligeramente. Es lo mismo que hacen la saliva y el jugo gástrico. En el caso de los lípidos (grasas), la cocina los emulsiona, como las sales biliares en el intestino delgado. A veces los lípidos aparecen naturalmente en forma de emulsión, como en la leche y en la yema de huevo. Otras veces, las emulsiones se estabilizan con otros agentes. El bacalao al pilpil genera una salsa que no es sino una emulsión de aceite de oliva en agua, estabilizada por proteínas de la piel del pescado, que actúan como surfactante.

Las proteínas sufren, durante el cocinado, esencialmente un proceso de desnaturalización, lo que las hace más accesibles a las proteasas digestivas. Esta desnaturalización ocurre por lo demás en el estómago, ayudada por el ácido clorhídrico. Al pensar en la cocina, nos hacemos normalmente la idea de tratamientos térmicos, y, en el caso que nos ocupa, de la desnaturalización térmica de las proteínas. Esto es así casi siempre, pero no siempre. Si pensamos en el cebiche o en unos boquerones en vinagre, encontraremos ejemplos de proteínas alimenticias desnaturalizadas por ácido, como desde siempre venía haciendo el estómago.

En general, los métodos en caliente aplicados a carnes y pescados tienen la ventaja de activar, durante el calentamiento y antes de causar su desnaturalización térmica, a las hidrolasas lisosómicas, que por lo tanto causan ya una primera hidrólisis parcial de glúcidos, lípidos y proteínas. Como se ve, las conexiones entre digestión y cocina son muy estrechas. Pero el tema da para otra columna, o sea que por hoy vamos a dejarlo aquí.

## **Cocina y digestión (II)**

Félix M. Goñi Urcelay, 25 de junio de 2016

Hoy continuaremos con el tema del cocinado como proceso que adelanta o facilita la digestión en los seres humanos. En la columna anterior mostrábamos como los procesos culinarios producen la hidrólisis de los polisacáridos y de las proteínas, y la emulsión de las grasas, generalmente por métodos en caliente. Otras veces la cocina introduce, de manera empírica, sustancias químicas o bioquímicas que ayudan a la digestión. Es el caso de los platos tropicales tradicionales que combinan carne y piña, o papaya, ambas ricas en la proteasa papaína que no se inactiva ni siquiera al pH ácido del estómago. En otras ocasiones se añade bicarbonato sódico («levadura química») para producir en los postres o en los fritos una suspensión de aire en sólido, que apreciamos grandemente en unos buñuelos o en el pan.

El pan es un extraordinario objeto fisicoquímico, una suspensión de aire en sólido, estabilizada por una proteína, el gluten del trigo, que adquiere sus propiedades mecánicas elásticas durante la cocción. Los que han intentado preparar pan sin gluten para celíacos saben del papel casi insustituible de esta proteína para obtener un pan comestible. Como en otros procesos de cocinado de féculas, en la preparación del pan interviene la hidratación y la hidrólisis parcial durante el cocido. Pero es la generación de CO<sub>2</sub> por las levaduras lo que hace al pan un alimento ligero, fácilmente palatable, masticable y deglutible. Sólo en casos de mucha penitencia se come pan ácimo (sin levadura).

Quizá algún lector recuerde mis quejas sobre la manera de enseñar la física y la química en la enseñanza secundaria, y la posibilidad de utilizar la cocina y la alimentación como señuelos para atraer a nuestros jóvenes al estudio de las ciencias. El tema de cocina y digestión es excelente para esto. Por ejemplo, empecemos las clases de química preparando una merienda con sándwiches de jamón y queso, fruta y cola-cao. El sándwich nos permitirá introducir los azúcares, los lípidos y las proteínas. La diferente masa de pan y de queso en el sándwich nos llevará al diferente contenido energético de esos alimentos. Las modificaciones ocurridas en el tostado nos introducirán en las reacciones químicas, y el efecto de la temperatura en su cinética. Los diferentes sabores del plátano y las naranjas nos llevarán a la acidez/basicidad y al uso del pH. La observación de que el sándwich se enfría más rápido que el cola-cao dará la oportunidad de discutir la naturaleza del calor y de la temperatura... ¡Esta merienda nos proporciona materiales para todo un curso elemental de física y química!

## ***¿Competir o colaborar?***

Angel Pérez-Ruzafa, 2 de julio de 2016

Generalmente asociamos la selección natural y la supervivencia del más apto con el mejor competidor. Puesto que los recursos son escasos, quienes los exploten con mayor eficiencia tenderán a sobrevivir. Esto hace que la competencia intra e interespecífica sean vistas como un motor evolutivo, una especie de carrera armamentista que conduce a la eficiencia máxima. Pero, aceptando que este mecanismo opera, especialmente al inicio de una interacción, lo cierto es que no es el preferido por la naturaleza. La vida se rige rigurosamente por el principio de conservación de la energía. No es posible sobrevivir si se consume más energía de la que uno mismo puede obtener, y la competencia resulta muy costosa. Hay que invertir mucho en estructuras que aumenten la eficiencia, estructuras que luego hay que mantener. Además, no se permiten relajaciones. El principio de exclusión competitiva predice que, salvo en unas pocas situaciones en las que puede darse un equilibrio relativamente inestable, cuando dos especies compiten una de ellas terminará desapareciendo. Finalmente, la búsqueda de la máxima eficiencia competitiva conlleva una elevada especialización a costa de perder capacidad generalista y de adaptación ante cambios ambientales imprevistos, aumentando los riesgos de extinción.

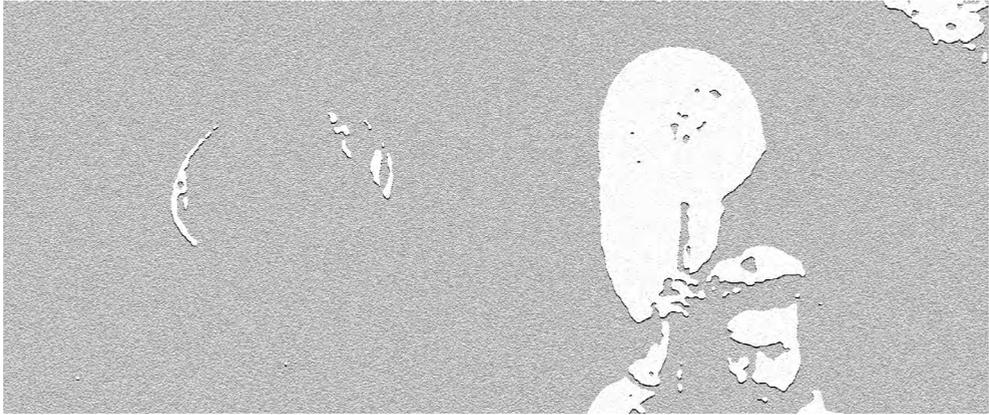
Por eso, en la naturaleza, lo que realmente se pone en práctica es eludir la competencia, migrando a lugares más o menos alejados en los que ésta sea menor, explotando recursos alternativos, cambiando los ritmos de vida. Es decir, readaptando el nicho ecológico, incluyendo el tiempo y el espacio. La radiación adaptativa a la que da lugar es uno de los principales generadores de biodiversidad. La naturaleza tiene claro que en las guerras todos pierden y que solo gana el que no entra en ellas.

Pero un paso evolutivo revolucionario fue el establecer colaboraciones. El principio básico consiste en especializarse, pero no para competir, sino para colaborar con quien se ha especializado en aquello a lo que has renunciado. De este modo se hace compatible el aumentar la eficiencia reduciendo los peligros de extinción. A su vez, mantener la heterogeneidad dentro de cada función básica aumenta aún más la capacidad de adaptación a los cambios. Estas colaboraciones pueden adoptar diversas formas, como la simbiosis, que en su forma más ancestral dio lugar a la célula eucariota y la radiación evolutiva consiguiente, también se da en los organismos pluricelulares, en los que las células se especializan en distintas funciones contribuyendo al éxito del individuo, o en las especies coloniales. La especie humana se caracteriza por poder elegir sus estrategias. Ustedes deciden si prefieren colaborar o competir.

## **Quinientas columnas de la Academia**

Juan Carmelo Gómez Fernández, 9 de julio de 2016

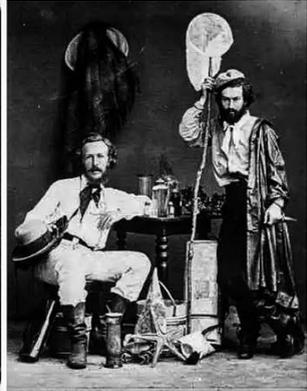
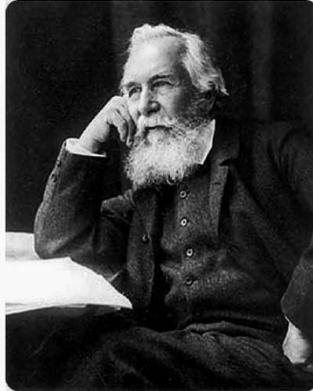
En septiembre de 2002 comenzaba la andadura de la Columna de la Academia, publicada en este Diario La Verdad. La Academia de Ciencias de la Región de Murcia adquirió en ese momento un compromiso con la sociedad murciana con objeto de informarle sobre la ciencia. Pues bien, ya se han alcanzado 500 columnas publicadas. Sirva este hecho para renovar el compromiso de la Academia al servicio de la ciencia. En nombre de la Academia doy las gracias a todos nuestros lectores por seguirnos fielmente y también, por supuesto, a todos los autores de estas 500 columnas. Con el mismo afán de servir a la ciencia la Academia ha puesto en marcha un Blog de divulgación científica, de libre acceso en <http://www.um.es/acc/blog/>, donde se recogen artículos de académicos y enlaces a noticias de interés. Durante estos años la situación de la ciencia ha variado significativamente. En el año 2002 la ciencia murciana y española en general estaba en plena expansión a consecuencia de una financiación que iba in crescendo, con procedencia europea, nacional y regional. La situación se torció, sin embargo, con la llegada de la crisis hacia 2009, a lo que se sumó el frenazo a los fondos FEDER por diferentes razones. Es sabido que la inversión real en investigación en España, por parte del gobierno central, no solo no sube, sino que decrece en los últimos años. El desplome de la inversión en ciencia y tecnología está expulsando del sistema a cada vez un mayor número de investigadores, a los que podríamos incluir en las “clases medias” de la comunidad científica. Y con respecto a esta Región la Asociación de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Murcia denunciaba recientemente que la nuestra es una de la Comunidades Autónomas donde menos se invierte en I+D. Las cifras son desde luego apabullantes, puesto que según los datos que aportan, la inversión total en I+D ha ido reduciéndose significativamente hasta alcanzar un paupérrimo 0,87% en el año 2014. La Academia de Ciencias no puede permanecer indiferente ante estos hechos, y aunque nuestra reivindicación fuere como clamar en el desierto, tendremos que sumarnos a otras voces reclamando la atención de los organismos públicos a lo que puede ser el futuro de esta región y esta nación como es la I+D, confiando en que cuando se publique la columna 1000 la situación sea mucho mejor.



*"Ecología indica el cuerpo de conocimiento relativo a la **economía de la naturaleza** –la investigación de las relaciones totales del animal tanto con su ambiente orgánico como inorgánico, que incluyen sobre todo su relación amistosa y hostil con aquellos animales y plantas con los cuales entra directa o indirectamente en contacto-; en una palabra, la ecología es el estudio de todas las interrelaciones complejas a las que se refería Darwin como las condiciones de lucha por la existencia"*

*Ernst Haeckel*

1870



Definición de Ecología (izquierda), Ernst Heinrich Philip August Haeckel (Potsdam, 16 de febrero de 1834-Jena, 9 de agosto de 1919) (centro) y Haeckel en Lanzarote, 1866 (derecha)



## **150 aniversario del concepto de Ecología**

Angel Pérez-Ruzafa, 17 de septiembre de 2016

En 1866 Ernst Haeckel introdujo el concepto de Ecología como la “economía de la naturaleza” o “la ciencia que estudia las interacciones entre los seres vivos y sus condiciones abióticas”. Esto es: se ocupa de todo lo que ocurre donde haya un ser vivo. Por eso, Mayr la considera la disciplina más heterogénea y que más abarca.

Las definiciones de Margalef, como “biofísica de los ecosistemas”, o González Bernáldez, como “ciencia de los ecosistemas”, además del atractivo de ser sintéticas, determinan el entorno de la ciencia en el que los ecólogos buscamos nuestro sitio.

La Ecología más que un compartimento definible de la ciencia, es una forma holística de abordar los aspectos de la naturaleza en los que aparezcan implicados los seres vivos, incluido el Hombre.

En la Universidad, en una generación, de no existir como materia, ha pasado a aparecer en asignaturas de numerosas áreas y sus planteamientos han dado lugar a titulaciones como Ciencias Ambientales o Ingeniería Ambiental.

Pero, además, la Ecología ha conquistado la calle y muchos de sus enunciados son de uso común, sus argumentos se han convertido en arma política y bajo su bandera se venden productos o se boicotean marcas o gobiernos. Esta popularidad ha hecho que haya sido asumida por colectivos profesionales ajenos a ella, sin que ello implique que dominan, o al menos conocen, sus fundamentos. Los ecólogos hemos pasado de no atrevernos a asignarnos tal denominación por el profundo respeto que nos infundía su complejidad, a ver cómo otros se la adscribían con descaro y se nos “confundía”, bajo la denominación de ecologistas, con otras manifestaciones sociales, realmente necesarias, pero no sinónimas. Al mismo tiempo, hemos visto cómo tal popularidad, o tal vez por ella, no se traducían en financiación de la investigación, debiendo competir con consultoras y asociaciones.

En los que nos dedicamos a la Ecología por vocación se entremezclan ilusión y desesperanza. Como confiesa Jaume Terradas, la ilusión proviene del estímulo intelectual que supone el conocimiento de un mundo complejo y apasionante; la desesperanza, procede de la carga emotiva que nos indujo a dedicarnos a la biología (muchas veces ligada a un ecosistema muy concreto) y de la frustración que produce el desfase entre la velocidad a la que se deteriora nuestro entorno y la capacidad de investigar para encontrar soluciones; para terminar descubriendo que esas soluciones no son de índole científico, sino socioeconómico y político, un mundo de intereses ajenos y en el que nunca imaginamos que tendríamos que entrar.

## ***Una paradoja inquietante***

Mariano Gacto Fernández, 24 de septiembre de 2016

Todos tenemos un padre y una madre. Además, tenemos 2 abuelos y 2 abuelas (es decir, 4 en total) y también 4 bisabuelos y 4 bisabuelas (8 en total), así como 8 tatarabuelos y 8 tatarabuelas (16 en total) ... etc. Si consideramos a una persona en un momento dado, sus ascendientes directos aumentan exponencialmente en cada generación pasada. Es decir, quienes nos precedieron por línea directa son 2, 4, 8, 16, 32, 64... dependiendo del número de generaciones pretéritas que consideremos. Si tan solo uno de ellos no hubiera existido o no hubiera tenido descendencia, no estaríamos en este mundo.

Lo anterior puede resumirse diciendo que, tras un determinado número de generaciones, el conjunto de nuestros predecesores directos es 2 elevado a "n", siendo "n" el número de generaciones. Por otra parte, el número de generaciones aparecidas en un período de tiempo determinado corresponde al número de años considerado dividido por los años que cada generación tarda en producirse. En la especie humana, una aproximación histórica bastante realista indica que se genera una nueva generación cada 25 años. Así, desde la época de Napoleón, hace 200 años, se han producido unas 8 generaciones, y por tanto unas 256 personas procrearon desde entonces para que cada uno de nosotros existiera. También, desde 1616, año en que murieron Cervantes y Shakespeare, se han producido unas 16 generaciones, lo que implica que debemos estar familiarmente entroncados con 2 elevado a 16 progenitores que vivieron a partir de entonces, es decir con más de 65.000 personas. Si hacemos un análisis similar, retrocediendo al año cero de nuestra era han transcurrido más de 80 generaciones y el número de familiares directos que nos debería haber precedido es un dígito seguido de 24 cifras (trillones). Si nos retrasáramos aún más, los ascendientes de cada uno de nosotros desde el paleolítico debería ser un número de al menos 121 cifras.

Obviamente algo parece raro en nuestras consideraciones, pues nunca han existido trillones de personas. Entonces... ¿qué revela esta paradoja y cómo encaja en nuestras suposiciones culturales? Una inquietante respuesta es que las relaciones incestuosas han debido ser muy comunes, y no solo en los orígenes. Así, en nuestros árboles genealógicos un mismo antecesor podría ser a la vez padre y también abuelo o incluso bisabuelo. Además, esta paradoja revela que todos estamos más emparentados de lo que suponemos, aunque sea lejanamente.

## **Ferroceno: un organometálico muy versátil**

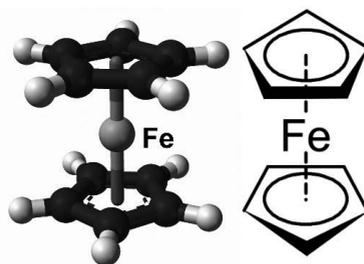
Alberto Tárraga Tomás, 1 de octubre de 2016

Se han cumplido ya sesenta y cinco años desde que Kealy, Pauson y Miller descubrieron, de forma casual, el ferroceno: un compuesto sándwich formado por un núcleo de hierro intercalado entre dos ligandos ciclopentadienilo. Sin embargo, este metaloceno sigue siendo el foco de interés para muchos científicos en diferentes áreas de investigación debido, fundamentalmente, a su gran estabilidad tanto térmica como al aire, a sus propiedades redox y a su fácil funcionalización. Estas propiedades, que se conservan también en la inmensa mayoría de sus derivados, le han convertido no sólo en una unidad con un gran impacto en el desarrollo de la química actual sino que, a la vez, ha constituido la base para el diseño y preparación de derivados con propiedades específicas, que permiten su utilización en disciplinas tan diversas como la catálisis homogénea, el desarrollo de materiales con propiedades ópticas no lineales, el estudio de procesos de transferencia electrónica, procesos de reconocimiento molecular y sensores electroquímicos, o el desarrollo de derivados con propiedades citotóxicas asociadas al catión ferrocenio – la forma oxidada del ferroceno – generado en entornos fuertemente oxidantes, tales como algunos medios intracelulares, o por acción de peroxidasas.

Un ejemplo del interés que sigue suscitando este metaloceno lo constituye el trabajo publicado en *Nature Chemistry*, el pasado mes de junio, por investigadores del Imperial College de Londres (UK) y de la Universidad de Konstanz (Alemania), donde describen la preparación de una serie de compuestos macrocíclicos formados exclusivamente por unidades de ferroceno – entre 5 y 9 unidades – unidos exclusivamente mediante enlaces ciclopentadienilo-ciclopentadienilo, y cuya forma circular recuerda a las ruedas de una noria.

Si bien a lo largo de estos años se han preparado compuestos de estructura lineal y macrocíclica portadores de varias unidades de ferroceno, en éstos, las unidades de ferroceno se encuentran, generalmente, unidas entre sí a través de espaciadores de distinta naturaleza, lo cual impide que las interacciones metal-metal sean de una magnitud notable. Sin embargo, los tipos de nanoanillos redox-activos, descritos ahora por vez primera y del que el de seis miembros podría considerarse como un tipo de organometálico análogo del benceno, poseen, además de una acentuada estabilidad, una deslocalización de carga notable lo que les confiere, según los autores, interesantes propiedades electrónicas y magnéticas, a nivel molecular. Por otra parte, la cavidad interna existente en estas moléculas también abre nuevas posibilidades dentro del campo de la química receptor-sustrato.

Molécula de Ferroceno



## **Terahercios**

Alberto Requena Rodríguez, 8 de octubre de 2016

Las técnicas que se basan en medidas de la radiación electromagnética aprovechan el hecho de que los materiales absorben, reflejan y emiten radiación característica de la estructura del propio material. A diferencia de las técnicas de análisis químico, la radiación electromagnética ofrece un método no invasivo y, por tanto, no destructivo. Adicionalmente, estas características implican que, si se trata de obras de arte, por ejemplo, no se requiere tomar muestras para efectuar un estudio.

Algunas técnicas, sin embargo, como rayos gamma, rayos X, protones y neutrones acelerados, son radiaciones ionizantes y accesibles tan solo en laboratorios especializados. Es, por todo ello, que la radiación denominada terahercios, no ionizante, supone un menor riesgo para la estabilidad molecular, que otras formas de radiación electromagnética.

La espectroscopía de terahercios de imagen es una técnica emergente, pese a que sus orígenes se sitúan en la década de los 50, del siglo pasado, aunque su desarrollo es actual. La radiación que emplea se sitúa entre microondas e infrarrojo y es capaz de penetrar la mayoría de los materiales no polares ni metálicos. Un amplio elenco de materiales dieléctricos que son opacos o altamente dispersores de las frecuencias ópticas son, en cambio, transparentes a las frecuencias de terahercios. La combinación de las características de los materiales, la imagen por tiempo de vuelo y la penetración de materiales opacos ópticamente son las que propician las aplicaciones de las técnicas de imagen para investigar bajo la superficie de objetos de interés cultural, por ejemplo y comparte la variabilidad y adaptabilidad de muchas fuentes de electrones, fotones e híbridas, que proporcionan versatilidad a las medidas. La resolución espacial alcanza desde decenas de micras a varios milímetros. La baja energía de los fotones y su carácter no ionizante y bajo calentamiento molecular debido a la absorción, la acreditan como técnica no destructiva. La técnica de imagen en el dominio del tiempo utiliza fibra óptica acoplada al emisor y al receptor de terahercios, de forma que se focaliza a la superficie mediante lentes y se hace un barrido de la misma y se aplica la transformada de Fourier. Así se han abordado estudios de cuevas del paleolítico en el Reino Unido, pinturas, etc, inabordables por otras técnicas, descubriendo defectos, composición de la pintura, etc. Técnica prometedora, ciertamente.

## ***El Mar Menor y la destrucción de los hábitats acuáticos***

Juan Guerra Montes, 15 de octubre de 2016

Los hábitats acuáticos figuran, especialmente en las zonas templadas, entre los más amenazados del momento presente. Estos hábitats abarcan gran diversidad de zonas, desde las lagunas costeras salobres hasta las superficies lacustres y zonas pantanosas de agua dulce, su importancia es primordial para la salvaguardia de gran número de especies animales y vegetales y para la preservación de todo el conjunto de comunidades biológicas.

En la Región de Murcia existe una laguna salada costera de las mayores de Europa, con una extremada riqueza biológica, productividad y multiplicidad de cadenas alimentarias. Tales circunstancias resultan de la verdadera fusión de medios terrestres y acuáticos; su contacto engendra producciones animales y vegetales de considerable volumen. Así ocurre, sobre todo, en los hábitats costeros en los que el mar, las aguas dulces y la tierra se mezclan de forma muy compleja. El resultado es un rendimiento biológico inigualado en cualquier otro tipo de hábitats.

Parece que la actividad del hombre en el entorno de este tipo de laguna consiste en actuar sobre estos elementos, separando lo que es inseparable (el agua de la tierra o el medio marino de las aguas dulce), sin tener en cuenta que cualquier tipo de acción antinatural, la canalización y rectificación de los cursos de agua, su contaminación, el drenaje, el urbanismo incontrolado y tantos otros impactos antrópicos acaban en situaciones que, como las del Mar Menor, se vuelven en heridas de muerte para estos ecosistemas.

Como en todo lo que concierne a la protección de la Naturaleza, debe existir cierto equilibrio entre los distintos intereses. Es indudable que ninguno de ellos puede prevalecer y que los intereses económicos, que actualmente parecen prioritarios para algunos sectores, dejarán de existir si el Mar Menor “muere”. Los argumentos científicos para su conservación son innumerables; la cantidad de especies de flora y fauna que depende del buen estado biológico de esta laguna son extraordinarios. Además, debemos añadir su inmenso valor estético, su destrucción acarrearía para Murcia la pérdida de una buena parte de su encanto turístico, por cierto, tan mal aprovechado.

Una vez más se ha producido la entrega a la destrucción sistemática de nuestros hábitats representativos, de gran importancia para la sociedad moderna, y del incalculable valor de la conservación de nuestro patrimonio natural. El hombre debe integrarse plenamente en el equilibrio con la Naturaleza y las zonas húmedas como el Mar Menor deben estar a la cabeza de nuestras actitudes proteccionistas. No cabe otra.

## **Somos microbios**

Francisco A. Tomás-Barberán, 22 de octubre de 2016

Se está poniendo de manifiesto la relevancia que tienen las bacterias que habitan en el interior de nuestro cuerpo ya que ejercen funciones cruciales en mantenimiento de la salud. Estas bacterias, que en conjunto se conocen como microbiota, y sus genes microbioma humano, se encuentran en la piel, en las mucosas y, sobre todo, en el aparato digestivo, especialmente en el colon. Recientemente se ha descubierto que hay incluso bacterias en nuestra sangre, un órgano que se había considerado estéril. En conjunto, en nuestro cuerpo el número de bacterias es diez veces superior al de células humanas, los genes microbianos suponen cien veces más que nuestros propios genes, y el número de bacterias en nuestro aparato digestivo es mil veces superior a la población de seres humanos en nuestro planeta.

Pero, ¿son importantes esos microorganismos que están en nuestro interior y conviven con nosotros? Se ha demostrado que existe una relación entre estas bacterias del colon y la obesidad, la diabetes, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. Tienen además un papel relevante en el establecimiento de la inmunidad, e incluso en nuestro estado emocional mediante la conexión a través del conocido como eje aparato digestivo/cerebro.

Hay que decir que no todos tenemos las mismas bacterias en el colon, y que dependiendo de ellas podremos “cosechar” más o menos energía de nuestros alimentos, sobre todo de la fibra, mediante fermentaciones que dan lugar a ácidos grasos de cadena corta, que son nutrientes para nuestro organismo y pueden hacer que una fibra no digerible, acabe contribuyendo a nuestros depósitos de grasa.

Todos conocemos los grupos sanguíneos que nos clasifican atendiendo a las características de nuestro tipo de sangre. Se ha propuesto que igualmente se nos podría clasificar por las comunidades de microbios que colonizan nuestro intestino en tres grupos denominados “enterotipos”. A priori, aunque sujeto a discusiones entre científicos, podríamos decir que cada uno de nosotros pertenece a uno de estos tres enterotipos y que esto hace que nos comportemos de manera diferente frente a aspectos como la facilidad que tenemos para engordar.

En algunos casos se ha demostrado que la transferencia de los microbios intestinales de un ratón delgado a un obeso, hacen que éste adelgace, y esta estrategia ya se está ensayando en humanos constituyendo lo que se conoce como “transplantes de microbiota intestinal”.

Estamos en la era del microbioma humano, y se esperan grandes avances en nutrición, medicina, farmacia y biotecnología, que ayudarán a llevar a cabo tratamientos personalizados que mejoren su eficacia y nuestra calidad de vida.

## **La revolución vegetal: células para fabricar compuestos bioactivos**

M<sup>a</sup> Ángeles Pedreño García, 29 de octubre de 2016

Las plantas constituyen una de las fuentes de nutrientes más importantes en la dieta de los seres vivos incluidos los humanos. Además de estos nutrientes, las plantas sintetizan una enorme variedad de compuestos que realizan una función esencial para su supervivencia y perpetuación de la especie vegetal. Estos compuestos, denominados *metabolitos secundarios*, tienen un alto valor en el mercado por sus aplicaciones específicas, de gran interés industrial, ya que debido a sus propiedades antioxidantes y antitumorales suponen un importante recurso natural por su utilización como *principios activos* de fármacos e ingredientes para la industria alimentaria y cosmética. Sin embargo, las cantidades de estos compuestos bioactivos varían en función de los diferentes factores que condicionan el crecimiento de las plantas en el campo. Por este motivo, los extractos vegetales son heterogéneos en la medida en que las plantas se ven afectadas por las condiciones climáticas, geográficas, edáficas en las que son cultivadas y por la presencia de agentes patógenos.

Las células vegetales, al igual que las animales, pueden ser cultivadas *in vitro* en condiciones estériles, en ausencia de microorganismos, en el laboratorio y mantenidas durante décadas siempre que se realice el aporte de un medio de cultivo apropiado.

La obtención de *metabolitos secundarios* mediante la utilización del cultivo *in vitro* de células vegetales constituye un área emergente y de gran potencial de crecimiento ya que representa una alternativa a los procesos de obtención de estos compuestos a partir de subproductos vegetales o de la síntesis química convencional. En este sentido, el cultivo *in vitro* de células vegetales ha abierto nuevos caminos como fuente renovable de compuestos bioactivos de gran valor añadido debido a las ventajas que presenta su utilización. De hecho, estos cultivos *in vitro* constituyen sistemas de producción estables y sostenibles ya que aseguran la obtención continua de compuestos bioactivos con calidad y productividad uniformes con independencia de la localización geográfica, la estacionalidad y las condiciones ambientales. Además, los requerimientos de espacio para el desarrollo de estos cultivos *in vitro* son reducidos sin la necesidad de ocupación de terrenos agrícolas para su cultivo, ya que éste se realiza en el laboratorio en condiciones de asepsia y el proceso de purificación del compuesto bioactivo es más respetuoso con el medio ambiente, más fácil de desarrollar, pudiendo incluso realizar su producción en biorreactores con sistemas de aireación que permiten el crecimiento de las células a gran escala, constituyendo, de esta manera, una alternativa biotecnológica muy poderosa y con un enorme potencial que aún está por explotar.

## ***La maldición de Casandra***

Angel Pérez-Ruzafa, 5 de noviembre de 2016

Cuenta la mitología que Apolo, enamorado de Casandra, hija de los reyes de Troya, le concedió el don de la profecía. Sin embargo, al verse rechazado, aunque le conservó el don, la maldijo con que nadie creería jamás sus advertencias. Las consecuencias fueron dramáticas para Troya. La historia hubiera sido otra si alguien hubiera tomado en serio sus pronósticos sobre los peligros de aceptar el Caballo y la caída de la ciudad.

Frecuentemente, los científicos sentimos que en nosotros se materializa esta maldición. Nuestra responsabilidad es encontrar respuestas a preguntas que sean relevantes y útiles para que la sociedad progrese, lo que implica comprender, respetar y actuar acordes con las leyes del universo. En nuestra actividad buscamos la verdad de cómo funciona la naturaleza e inferimos y anticipamos, mediante modelos conceptuales o numéricos, las consecuencias de nuestras actuaciones. Pero pocas veces se nos hace caso y vemos como estamos abocados irremediablemente a un desenlace que podría haberse evitado. Y no son únicamente las personas ajenas a la ciencia las que ignoran o no creen en nuestras conclusiones. Muy frecuentemente son nuestros propios colegas los que las ponen en duda. Unas veces en ejercicio sano del método científico y otras, quizás las más, por otro tipo de intereses.

Nosotros mismos sentimos el temor de que nuestra interpretación de los datos esté equivocada. Si se le añade que releendo el Evangelio solo encuentras dos cosas que se condenan, no dar fruto y ser motivo de escándalo, entonces, la ansiedad por trabajar hasta la extenuación, pero sin inducir a error, sea por vanidad o por la autoconvicción de nuestra verdad, se hace insoportable.

Lo más triste, y que calla la mitología, es que, con el tiempo, a medida que nuestras predicciones se cumplen, nuestra credibilidad aumenta, pero antes de lo que quisiéramos, nuestra capacidad de combatir la segunda ley de la termodinámica también disminuye y nuestras estructuras físicas y mentales empezarán a fallar. Entonces puede alterarse nuestra percepción de las cosas y que ya no seamos capaces de vislumbrar la verdad, justo cuando quizás empezaban a fiarse ciegamente de nosotros. Por eso, si algo debemos transmitir a nuestros alumnos y a la sociedad es la importancia de desarrollar el sentido crítico y la inteligencia, tanto para valorar a quien está en lo cierto, como para ignorar a falsos profetas y manipuladores o poner en contexto los errores de quienes puedan estar equivocados. La responsabilidad de desarrollar estas facultades le corresponde a cada uno.

## **Antonio Córdoba, Académico de Honor**

Ángel Ferrández Izquierdo, 12 de noviembre de 2016

El próximo jueves 17 de noviembre, el matemático Antonio Córdoba Barba será investido Académico de Honor de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Este insigne murciano, catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid y Premio Nacional de Investigación “Julio Rey Pastor”, en el área de Matemáticas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, recibirá un merecido homenaje de la tierra que lo vio nacer. Veamos, pues, cuáles son los méritos que han conducido a este reconocimiento.

El Dr. Córdoba es, ante todo, un sobresaliente investigador. Aunque le han interesado problemas de áreas tan distintas como son la Teoría de los Números, la Geometría de las Superficies Mínimas, la Mecánica de Fluidos o la estructura de la materia a partir de los primeros principios de la Mecánica Cuántica, por formación y dedicación se considera mayormente un analista, con especial predilección por el Análisis Armónico. Para entender esta disciplina él nos señala un acontecimiento crucial, cual fue la presentación realizada por Joseph Fourier a la Academia Francesa de Ciencias, en el año 1807, de una memoria acerca de la propagación del calor. Su importancia radicó no solo en las aplicaciones, sino también en la universalidad del método empleado, basado en la hipótesis de que una función periódica podía ser expresada por medio de una serie trigonométrica, una combinación lineal de senos y cosenos de distintas frecuencias.

El método de Fourier permitió tratar de forma sistemática otras ecuaciones de la Física Matemática de su tiempo, y hoy sabemos que está en el núcleo de las ecuaciones que gobiernan el sonido, la luz y el calor. Por tanto, no debe resultar extraño que el Análisis Armónico aparezca frecuentemente en los modelos matemáticos de la ciencia. Es en esta parcela donde el Dr. Córdoba empezó a descollar cuando resolvió la conjetura de Zygmund, un problema que se había resistido a sus maestros y que se publicó en *Annals of Mathematics*, una revista emblemática. Éxito que le abrió las puertas de la Universidad de Princeton.

Desde entonces y hasta hoy, un centenar de publicaciones, en las revistas matemáticas más relevantes, jalonan toda una vida dedicada a enfrentarse y resolver problemas de los considerados en la frontera del conocimiento. Como formador de vocaciones, ha dirigido doce tesis doctorales. Y todo ello, acompañado de una excelente labor de difusión de la Matemática, y sus aplicaciones, a través de libros, seminarios y ciclos de conferencias. Este es nuestro nuevo académico.

## **Noticias de Adán y Eva**

Mariano Gacto Fernández, 19 de noviembre de 2016

La especie humana posee dos genomas: el ADN localizado en los cromosomas del núcleo y el ADN contenido en los orgánulos del citoplasma llamados mitocondrias. Como sabemos, cada humano procede de la unión durante la fecundación de un óvulo y un espermatozoide. Pero mientras que el óvulo contribuye al nuevo ser aportando tanto genoma nuclear como genoma mitocondrial, el espermatozoide solo aporta genoma nuclear, porque sus mitocondrias no penetran en el óvulo. En consecuencia, el genoma mitocondrial de cada individuo procede exclusivamente del óvulo materno. Por tanto, a diferencia del genoma nuclear, nuestro genoma mitocondrial deriva solamente de nuestra madre, y por línea materna se nos ha ido transmitiendo desde una Eva ancestral. Analizando las variaciones existentes (mutaciones) en el genoma mitocondrial de la población humana actual y estimando el tiempo medio requerido para la aparición de esas mutaciones (reloj molecular), se ha podido establecer con cierta aproximación la antigüedad de la Eva mitocondrial primitiva. Aunque existen algunas discrepancias, muchos estudios coinciden en considerar que esta madre antecesora común vivió entre 99.000 y 148.000 años atrás en el África oriental subsahariana. Puede que hubiera otras mujeres contemporáneas a ella con descendientes también vivos hoy, pero ésta fue la única Eva que tuvo una descendencia femenina continuada hasta la actualidad. Las otras, en algún punto de su descendencia, solo generaron hijos y no hijas, por lo que se perdió la continuidad de su genoma mitocondrial, aunque no su genoma nuclear.

Se han llevado a cabo estudios similares sobre las mutaciones presentes en el cromosoma Y, que forma parte del genoma nuclear. El cromosoma Y determina el sexo masculino y se hereda exclusivamente del padre, lo que, de modo análogo a lo antes indicado, permite establecer también algunas conclusiones sobre el ancestro común más cercano por vía paterna. Dada la amplitud de franjas temporales que determina este tipo de estudios, parece que el Adán cromosómico pudo haber existido incluso antes que la Eva mitocondrial, pues vivió hace unos 120.000-156.000 años. Pero también parece posible que sus existencias pudieran coincidir en un prehistórico jardín del Edén dentro del tiempo pretérito. Como en el caso de la Eva mitocondrial, el resultado no excluye la existencia hombres contemporáneos a este Adán cromosómico, pero sus descendientes debieron mostrar alguna discontinuidad en el linaje masculino, lo que contribuyó a la pérdida de sus huellas genéticas ligadas al cromosoma Y.

## ***Del tubo de vacío a la nanoelectrónica***

Francisco A. Tomás-Barberán, 26 de noviembre de 2016

La microelectrónica ha hecho posible que operaciones que nos parecían ciencia ficción hace unos pocos años se hayan convertido en compañeras de nuestra rutina diaria sin las que no sabríamos vivir hoy en día. La capacidad de almacenamiento de datos, la rapidez de acceso a ellos, las comunicaciones inalámbricas, los sensores y los sistemas microelectromecánicos lo han hecho posible. La implantación del concepto nano permitirá aplicaciones todavía más sofisticadas en el marco de la nanoelectrónica. Ya hay aplicaciones conocidas en los campos del automóvil, las comunicaciones y las tecnologías de la información y se vislumbran avances relevantes en el ámbito biomédico, medioambiental y agroalimentario.

La microelectrónica ya ofrece tecnologías para la monitorización del agua de los mares y ríos, la identificación de emisiones contaminantes y la calidad del aire en nuestras ciudades. Abre la puerta a la agricultura de precisión que valora de forma continua parámetros esenciales de los cultivos y de su estado hídrico, nutricional y sanitario, permitiendo un uso óptimo de productos fitosanitarios, fertilizantes y agua. Se han desarrollado sensores que tienen un gran impacto y potencial en la mejora de la calidad y la seguridad de los alimentos durante su producción, conservación y distribución. Una mención destacada merece el “Genosensing”, que supone el uso de sensores para la medida de secuencias génicas específicas convirtiendo la hibridación como reacción de reconocimiento en señales eléctricas que se muestran y valoran en un dispositivo. Tienen gran aplicación en el diagnóstico clínico, en bioseguridad, análisis de alimentos y control ambiental. Se han desarrollado sensores dietéticos como “Whatsinmyfood” que utiliza la espectroscopía de infrarrojo cercano que permite al consumidor determinar la composición nutricional de alimentos y bebidas.

Esta tecnología ha llegado también a los laboratorios de investigación y diagnóstico, por la tecnología “lab-on-a chip”, que permite realizar experimentos a escala miniatura combinando la microelectrónica con la microfluídica, aumentando su precisión y ahorrando tiempo y materiales.

Un referente destacado en este campo es el Profesor Emilio Lora-Tamayo, Presidente del CSIC y anterior director del Centro Nacional de Microelectrónica. El próximo lunes 28 de noviembre a las 8 de la tarde y en Aula de Cultura de Cajamar tendremos la oportunidad de escuchar su visión de la trayectoria de la microelectrónica y sus perspectivas de futuro durante su discurso de toma de posesión como Académico Correspondiente de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia.

## **Abraham Flexner, el visionario**

Ángel Ferrández Izquierdo, 3 de diciembre de 2016

Hijo de inmigrantes judíos alemanes, Flexner nació en Louisville, Kentucky, en 1866, en el seno de una familia que daba un gran valor a la educación. De madre costurera y padre comerciante de sombreros, era el sexto de nueve hermanos. La gran crisis financiera mundial de 1873 impidió que todos los hijos tuvieran estudios universitarios. No obstante, Abraham contó con la ayuda de su hermano mayor, Jacob, que era dueño de su propia farmacia y, en la Universidad John Hopkins logró graduarse en Lenguas Clásicas.

No pudo obtener una beca para continuar el posgrado, por lo que, en el otoño de 1890, fundó una especie de academia experimental, en Louisville, para enseñar latín y griego, y que dirigió durante quince años. Esta vivencia sirvió a Flexner como laboratorio para poner en práctica sus teorías de la educación: no tenía ningún plan de estudios oficial, ni grados formales, ni un sistema de exámenes, y ni siquiera existía un registro de rendimiento de los estudiantes.

Con el éxito económico de su esposa como dramaturga en Broadway, en 1905 Flexner cerró su escuela e hizo un máster en psicología en la universidad de Harvard, completando sus estudios en las universidades de Heidelberg y Berlín. El sistema educativo alemán le causó un profundo efecto. Así, en 1908, Flexner escribió “El Colegio Americano”, un examen crítico de las deficiencias de la educación superior en Estados Unidos. Entonces, por invitación de Henry Smith Pritchett, presidente de la nueva Fundación Carnegie para el Progreso de la Enseñanza, realizó el informe de la educación médica en los Estados Unidos y Canadá en 1910. De las 155 escuelas de medicina en los Estados Unidos y Canadá que visitó, Flexner recomendó el cierre de 120, basado en la falta de normas y la incapacidad para cumplir con los protocolos de la ciencia convencional y dio forma al futuro de la educación médica en Norteamérica.

Por su reputación en el rigor de sus trabajos, en 1913 fue nombrado miembro de la Junta General de Educación de la Fundación Rockefeller, además de consultor de la Fundación Carnegie para el Progreso de la Enseñanza. En 1921, Flexner preparó una nota para la Junta, “La utilidad del conocimiento inútil”, publicado en la revista de Harper en octubre de 1939, que más tarde fue el marco para establecer las bases de apoyo a instituciones tales como el Institute for Advance Study.

## ***Dios no juega a los dados ¿o, quizás sí?***

Angel Pérez-Ruzafa, 10 de diciembre de 2016

La frase “Dios no juega a los dados” fue la respuesta de Einstein al mundo probabilístico surgido de la investigación atómica. Ya desde el s. XVII, con la era de la Razón que condujo a la Ilustración, y hasta bien entrado el siglo XX, el universo se había vuelto cada vez más predecible. Bastaba con aplicar las leyes de la física conociendo las variables de partida para saber con exactitud la posición de un planeta, la ocurrencia de un eclipse o la velocidad de caída de una piedra. Pero la física cuántica tuvo que renunciar a la física tradicional para adentrarse en un mundo regido por el principio de incertidumbre de Heisenberg. Nunca podremos conocer con exactitud la posición y la velocidad de una partícula subatómica en un momento dado, solo la probabilidad de que esté allí. No tardó en aparecer la matemática del caos, tratando de describir procesos aparentemente impredecibles. Ni siquiera conociendo las variables de partida, podríamos saber el resultado final, porque cualquier pequeña desviación en las variables de entorno afectarán al resultado. ¿Quién puede predecir el recorrido exacto de una gota de lluvia en el cristal de nuestra ventana? El efecto mariposa se hizo un término común, el batir de alas de una en una esquina del mundo podría provocar un huracán en las antípodas. Einstein argumentaba que lo que nos parece impredecible es porque no controlamos todas las variables que intervienen. Pero Dios sí las conoce. Para Él, el universo sería determinista.

Pero, la propia vida no es posible en un mundo ordenado y estable, aunque tampoco en uno completamente desordenado y caótico. La vida surge y se mantiene en el límite del caos. La transición de fase entre lo ordenado y lo caótico no es ni inmovilista ni totalmente impredecible y abre un espacio único para que surjan estructuras complejas que se autoorganizan. La creación científica y artística también habitan allí.

Un universo probabilístico, en la frontera del caos, no es impredecible. Los sistemas caóticos tienden a pasar con mayor probabilidad y cierta regularidad por una serie de estados conocidos como atractores extraños y nosotros podemos anticipar una tormenta con cierta seguridad. Si ha habido una línea de progreso en la evolución de la vida es hacia el independizarse del ambiente, especialmente anticipando el futuro, desarrollando mecanismos que prevean el invierno, el ciclo de mareas... nuestra inteligencia consiste, sobre todo en la capacidad de anticipar y evitar los problemas. El universo es probabilístico y razonablemente predecible. Quizás ésta es la manera que se le ocurrió a Dios de compatibilizar nuestra libertad con su conocimiento absoluto.

## **Nanoescala infrarroja**

Alberto Requena Rodríguez, 17 de diciembre de 2016

Ha cobrado mucha importancia la caracterización química de materiales con resolución espacial submicrométrica. Hoy resulta imprescindible con los nanomateriales. Las técnicas de caracterización química propias de la espectroscopía infrarroja han tenido mucho éxito en cuanto a la naturaleza y composición de materiales. Desgraciadamente, la escala espacial a la que tienen lugar muchos e importantes procesos químicos suele estar por debajo del límite de la difracción en la microscopía infrarroja convencional, que se sitúa entre 3 y 10 micras. Con la aplicación conjunta de la microscopía de fuerza atómica (MFA) y la espectroscopía en el infrarrojo (IR) se ha logrado estudiar diversos materiales relacionados con la captación o almacenamiento de energía, como las membranas de las células de combustible, los materiales empleados en la captura fotovoltaica de energía solar y los materiales poliméricos combinados que se emplean en las conducciones en la industria del petróleo y el gas. Esta combinación de MFA e IR ha permitido la caracterización de dominios espaciales no alcanzables usando la microscopía de difracción mediante transformada de Fourier convencional.

La técnica se basa en la resonancia fototérmica inducida, descubierta por Dazzi en la Universidad de Paris Sud-Orsay, usando un láser de electrones libres pulsado y sintonizable entre  $900 \text{ cm}^{-1}$  y  $3600 \text{ cm}^{-1}$ . El puntero de MFA se pone en contacto con la superficie de la muestra para detectar la rápida expansión térmica del material que tiene lugar cuando absorbe la luz que le proporciona un pulso corto, de unos 10 nanosegundos, de radiación infrarroja, que se sintoniza a la frecuencia de una vibración molecular concreta. Tras la absorción, la muestra se expande térmicamente cuando la molécula excitada vibracionalmente, vuelve al estado fundamental. El puntero del microscopio de fuerza atómica detecta esta contracción y expansión y provoca una resonancia de su soporte a su frecuencia mecánica, de forma que la caída de la amplitud del soporte es proporcional a la cantidad de luz absorbida por la superficie de la muestra. La amplitud de la caída del soporte del AFM representada frente a la longitud de onda del láser produce el espectro infrarrojo. Con potencias láser IR sólo de 0.3 – 0.5 miliwatios es suficiente. La resolución espectral del láser infrarrojo es de unos  $4^{-1} \text{ cm}^{-1}$ , pero la resolución espacial alcanzada con esta técnica, que es función del espesor de la muestra, se sitúa entre 40 y 100 nanómetros, según Marcott y col. Se puede utilizar fijando la frecuencia del láser IR a la absorción de algún grupo funcional y observar las variaciones en la composición de la superficie. La resolución sub-micrométrica está al alcance. ¡Todo un mundo nuevo!

## ***Ondas gravitacionales***

Miguel Ortuño Ortín, 7 de enero de 2017

La detección de ondas gravitacionales ha sido uno de los experimentos recientes más significativos.

Hasta ahora se han realizado dos detecciones de este tipo de ondas, ambas hechas en LIGO, que responde a las siglas en inglés de observatorio de ondas gravitacionales por interferencia laser, y que está dirigido conjuntamente por el Instituto Tecnológico de California y el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Ambas detecciones corresponden a ondas generadas por dos agujeros negros girando uno entorno al otro cada vez más cerca, hasta que acaban fundiéndose en un único agujero negro, emitiendo parte de su energía en forma de ondas.

Las ondas gravitacionales son perturbaciones del espacio-tiempo producidas por los eventos gravitatorios más violentos. De acuerdo a la teoría de la relatividad general de Einstein, la materia curva el espacio-tiempo lo que hace que otras partículas cercanas se aceleren, fenómeno cotidiano que conocemos como atracción gravitatoria. Si se trata de objetos muy masivos y con aceleraciones gigantescas, la deformación del espacio-tiempo que producen puede viajar a la velocidad de la luz alejándose de sus fuentes en forma de ondas gravitacionales. Es un mecanismo similar a la generación de ondas electromagnéticas por cargas aceleradas.

La señal detectada se compara con simulaciones basadas en la teoría general de la relatividad y el acuerdo que se obtiene es excelente. Esta comparación sirve para conocer las masas de los objetos involucrados. En el primer suceso detectado, las masas de los agujeros negros iniciales eran de 36 y 29 veces la del Sol, mientras que la del agujero negro final era de 62 veces la del Sol. La masa final es menor que la suma de las iniciales en unas tres veces la masa del Sol. Dicha cantidad de masa corresponde a la energía transportada por las ondas gravitacionales. Es una energía tremenda, pero el suceso ocurrió a mil trescientos millones de años luz de la Tierra.

La importancia de este experimento es doble: por una parte, proporciona una fuerte evidencia a favor de la teoría general de la relatividad para campos gravitatorios muy intensos y, por otra, supone una herramienta de futuro en la observación del universo, no basada en ondas electromagnéticas como el resto de instrumentos. Se están construyendo varias nuevas instalaciones de detección de ondas gravitacionales y los científicos esperan que esta nueva ventana al universo nos enseñe cosas inesperadas.

## **Navidad e infarto de miocardio**

Vicente Vicente García, 14 de enero de 2017

En esta columna comentamos que durante un campeonato del mundo de fútbol aumenta el número de infartos de miocardio. Las prórrogas de desempate o las tandas de penaltis favorecen su incidencia. Estudios clínico-epidemiológicos corroboraron el papel del estrés como un importante factor desencadenante.

La Navidad es un tiempo especial, muy distinto a un campeonato del mundo de fútbol. Hace unos años un estudio estadounidense mostró un incremento de infartos de miocardio y muerte asociada en navidades. Las explicaciones para justificar este fenómeno incidían especialmente en el periodo en el que se celebra la Navidad, que es invierno. Es bien conocido que el frío es un factor que facilita la isquemia coronaria, además facilita la aparición de gripe, infecciones respiratorias y aumento de la polución, como estas navidades en Madrid. Todas esas situaciones pueden desequilibrar patología subyacente en personas de mayor edad.

Recientemente se ha repetido un estudio similar al norteamericano en el hemisferio sur, en Nueva Zelanda, donde la Navidad recae en verano. El estudio recogió los datos observados durante 25 años (1998-2013), y compararon la presencia de enfermedad cardiovascular y su mortalidad las dos semanas previas al 24 de diciembre, las dos semanas posteriores al 7 de enero, y ambos periodos fueron comparados con el periodo de Navidad, del 24 de diciembre al 7 de enero. En el periodo indicado se registraron 738.409 fallecimientos, de ellos 197.109 fueron por problema cardiovascular. Llamativamente el periodo que destacaba por mayor presencia de eventos cardiovasculares acompañados de una mayor mortalidad fue precisamente el periodo de Navidad. La edad media de las personas que fallecieron fue de 76 años, un año menos que los que fallecieron en los otros dos periodos. En definitiva, se confirmaba lo observado en Estados Unidos, lo que hace mucho menos relevante el periodo estacional, invierno o verano, como factor favorecedor del episodio agudo cardiovascular.

En España carecemos de datos epidemiológicos, pero no es de extrañar que incluso las diferencias e intensidad sean mayores que las descritas, pues el periodo navideño es un poco más prolongado y se vive con especial intensidad. Son frecuentes los cambios a dietas hipercalóricas, más consumo de alcohol y menor predisposición para acudir a los hospitales. Todos esos factores, junto con el estrés emocional que se asocia a ese periodo, posiblemente juegan un papel relevante para desencadenar episodios cardiovasculares. Los datos mostrados, aunque se hayan obtenido en otras latitudes, creo que dejan un mensaje claro, y dan toda la razón al popular refrán español “de grandes cenas están las sepulturas llenas”, y es un recuerdo vivo de que la prevención cardiovascular no debe tomarse vacaciones ni en Navidad.

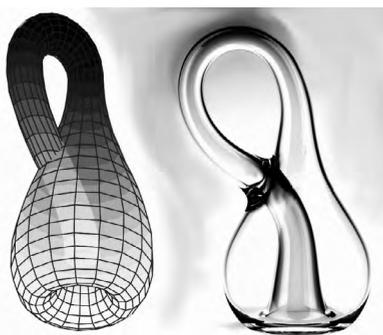
## **La botella de Klein**

Luis J. Alías Linares, 21 de enero de 2017

La botella de Klein fue descrita por primera vez en 1882 por el matemático alemán Felix Klein y bautizada originalmente como la superficie de Klein; una traducción errónea del alemán (Fläche = superficie por Flasche = botella) hizo que sea conocida hoy en día como la botella de Klein. Para ilustrar cómo es esta superficie, lo más útil es considerar una lámina cuadrada y delgada de plastilina, de 30 cm de lado, a cuyos cuatro vértices llamamos ordenadamente —en el sentido de las agujas del reloj— A, B, C y D. En un primer paso formamos un cilindro pegando entre sí los lados AD y BC. A continuación, se procede como en la cinta de Moebius, es decir, el lado DC se pega con el BA. Es de suma importancia respetar el orden de las letras, ya que este segundo paso obliga a la superficie a retorcerse sobre sí misma, de manera que, para pegarse correctamente, los círculos superior e inferior del cilindro, la superficie se ha de cortar a sí misma.

No es fácil imaginarse el resultado final tras el segundo pegamiento, pero afortunadamente internet pone ante nuestros ojos una botella de vidrio, tan sorprendente como bella, en la que merece la pena detenerse a pensar qué tiene de especial más allá de sus profundas propiedades matemáticas. Por ejemplo, tiene una sola cara, es decir, pasamos de manera continua del interior al exterior, lo que nos recuerda a la cinta de Moebius. Pero hay algo más espectacular, pues colocada en posición vertical sobre una mesa, se toma un cuchillo y se corta por la mitad, de arriba abajo, como si fuera un bizcocho, para obtener dos cintas de Moebius. O, dicho de otra manera, dos cintas de Moebius adecuadamente pegadas producen una botella de Klein.

Pero no es una botella al uso, pues su llenado no es tarea fácil y si finalmente lo has conseguido, permíteme un consejo: no empines el codo para satisfacer tu sed.



Representaciones de botella de Klein

## ***El Mar Menor y los terrenos marginales en Murcia***

Juan Guerra Montes, 28 de enero de 2017

El proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo), desarrollado en parte en el Departamento de Biología Vegetal de la UMU durante el periodo 1986-89, generó gran cantidad de información cartográfica y biológica sobre la cubierta vegetal de terrenos impropios para cultivos en la región de Murcia, conocidos generalmente como terrenos marginales.

En Murcia, muchos de estos territorios han sido integrados en procesos de economía humana, convertidos en terrenos forestales, cultivos de secano, regadíos o terrenos cinegéticos, pero en lugares idóneos para estos fines, en la mayoría de las ocasiones.

Con nuevas tecnologías una tierra puede ser marginal o no dependiendo de los procesos que se dispongan para explotarla. Así, en los ambientes casi desérticos de Almería, la utilización de los invernaderos enarenados puede llegar a producir varias cosechas anuales. La mala calidad del suelo y la extrema aridez son, en este caso concreto, suplidas por el riego (aguas freáticas y depuradoras de aguas del mar). Por tanto, la marginalidad depende en cierta medida del desarrollo tecnológico. En consecuencia, hoy pueden serlo y mañana no, o viceversa. Pero en todos los casos las decisiones sobre sus usos no pueden ser precipitadas ni salvajemente transformadoras de los ecosistemas y mucho menos bajo climas áridos o semiáridos.

Una gran parte de las zonas circundantes del Mar Menor pertenecen a este tipo de terrenos marginales, de tal manera que durante muchos años fueron totalmente improductivos o dedicados a cultivos de secano. Finalmente han sido transformados, destruyendo las primeras capas protectoras del suelo y usadas para actividades agrícolas de regadío. Los hechos parecen demostrar que la degradación acelerada, provocada por la destrucción de la cubierta vegetal autóctona, ha destruido el equilibrio “ciertamente frágil” que estas tierras mantenían con el ecosistema lagunar del Mar Menor. No se puede olvidar que la vegetación de todo tipo: bosquetes, matorrales, pastizales, etc. son el medio más eficaz para luchar contra la erosión.

Ante estas perspectivas se consolidan razones para mantener muchas zonas marginales en estado natural, sin comprometer rentabilidades medioambientales, con alteraciones prematuras y sin estudios previos de idoneidad ecosocial. Debemos encontrar un espacio de reflexión crítica e interdisciplinar que analice los retos de la sostenibilidad, la cohesión social y la democracia en la sociedad actual. Es indispensable que se mantengan en los terrenos marginales el equilibrio natural poco modificado y en particular la cubierta vegetal. Las actividades agrícolas incontroladas han causado en buena parte, para muchos sin ningún tipo de duda, la enorme degradación que ha sufrido el Mar Menor, una de las joyas ibéricas de la naturaleza, que desgraciadamente no parece fácil de revertir.

## **La columna de Winogradsky**

Mariano Gacto Fernández, 4 de febrero de 2017

Todas las formas de vida en la Tierra dependen de reacciones de oxidación y reducción que operan mediante transferencia de electrones. En los sistemas vivos, estas reacciones redox aparecieron originalmente en microorganismos procariotas y forman en la actualidad un verdadero circuito electrónico dentro de la biosfera. Para mantener este circuito vital a nivel planetario se necesita que las sustancias oxidantes y las reductoras estén de algún modo conectadas, permitiendo la continuidad del metabolismo global. Las principales vías de conexión que hacen posible el mantenimiento de este circuito son fundamentalmente de tipo geofísico, como la atmósfera y los océanos. Los organismos intercambian gases y sustancias con el medio ambiente, y la evolución de estas reacciones ha modelado en parte la química de la superficie terrestre.

La columna de Winogradsky es un dispositivo ideado por el microbiólogo ruso Serguei Winogradsky que consiste en un cilindro de vidrio lleno de agua con nutrientes, y con fango depositado en el fondo. Incubando este recipiente bajo la luz solar, o con una bombilla apropiada, se desarrolla con el tiempo una amplia variedad de microorganismos que aparecen en forma estratificada en función del gradiente de gases y de sustancias que ellos mismos crean, formando microambientes oxidantes y reductores a lo largo de la columna. En las zonas inferiores se forman bandas de microorganismos anaerobios (ambiente reductor) y en las superiores crecen microorganismos aerobios (ambiente oxidante).

La progresiva oxidación de la superficie terrestre es análoga a la ordenada formación de capas microbianas que se forma en una columna de Winogradsky de abajo hacia arriba. En ella se desarrollan estructuras espacialmente organizadas que representan la evolución secuencial del metabolismo microbiano y que parecen recapitular los estados de oxidación biogeoquímica de la historia terrestre, desde los orígenes reductores de la Tierra primitiva al actual ambiente oxidante. En este dispositivo, los microorganismos de las capas microbianas se autoorganizan y cada grupo se sitúa en la columna acuosa a lo largo del potencial redox y de productos generados, como el oxígeno, dióxido de carbono, gases nitrogenados y azufrados o el hidrógeno. Mientras que en una columna de Winogradsky el fenómeno ocurre a escala local y en poco tiempo, lo mismo ha sucedido a escala global a lo largo de los tiempos geológicos. En ambos casos las reacciones son inicialmente potenciadas por la energía luminosa y revelan, en distinta dimensión, la importancia de las conexiones redox en el mantenimiento de la vida en nuestro planeta.

## ***Inmigración y ciencia***

Alberto Tárraga Tomás, 11 de febrero de 2017

Desde finales de enero, cuando el presidente Donald J. Trump firmó la orden antiinmigración prohibiendo la entrada a EEUU a ciudadanos procedentes de siete países de población mayoritariamente musulmana, los medios de comunicación han cuestionado los aspectos sociales y humanitarios de este veto que, por otra parte, también ha sido criticado por un panel de jueces de San Francisco, provocando así el mayor desafío legal, hasta la fecha, a dicha prohibición.

No obstante, esta decisión también ha desatado una intensa reacción del mundo científico, de manera que 150 centros de investigación, junto a más de 18.000 científicos, han hecho un llamamiento a la Casa Blanca para que derogue dicha orden pues, aunque el objetivo perseguido con la misma sea impedir la entrada de terroristas al país, ésta puede provocar un impacto negativo en la libertad necesaria para conseguir una colaboración científica eficaz entre investigadores, puesto que el progreso de la ciencia depende no sólo del libre flujo de ideas sino, también, de personas.

Resulta sorprendente que la máxima autoridad de un país como EEUU, que históricamente y gracias a su sistema para la financiación de la investigación, se ha beneficiado enormemente de la capacidad de sus Universidades para atraer a muchos de los mejores científicos extranjeros, sostenga ahora un discurso que limita la libertad de movimiento de investigadores que provengan de otros países y que, sin duda, podría tener, a largo plazo, un impacto indeseable para la ciencia.

En este sentido, Jason Kelly, fundador de la empresa “Ginkgo Bioworks”, en declaraciones a la revista C&EN, afirma “...que los inmigrantes a los EEUU juegan un papel clave en la ciencia y la tecnología es evidente: todos los ganadores americanos de los premios Nobel científicos el año pasado fueron inmigrantes, pero los inmigrantes no tienen que ser científicos o ingenieros para merecer respeto y derechos”. Aún más, el Prof. Fraser Stoddart (Nobel de Química 2016), nacido en Edimburgo (Escocia) y nacionalizado estadounidense, declaró en el diario “The Independent”: “...creo que, en gran parte, los EEUU son lo que son, hoy en día, gracias a la apertura de las fronteras”. Y continúa: “...las instituciones científicas estadounidenses sólo seguirán siendo fuertes mientras no entremos en una era en la que demos la espalda a la inmigración”.

Por el bien de la ciencia, esperemos que este discurso de control de la inmigración no cale en países europeos, como ya ocurre en Inglaterra con el Brexit.

## ***Catástrofes ecológicas***

Angel Pérez-Ruzafa, 18 de febrero de 2017

Asociamos las catástrofes a sucesos que producen gran destrucción o daño. Incluso, en su acepción matemática, a cambios bruscos de estado de un sistema dinámico, provocados por alteraciones mínimas. En biología, ambos conceptos tienen sentido. Los ecosistemas pueden sufrir presiones ambientales intensas e inesperadas con efectos destructivos, pero, frecuentemente, éstas son graduales y el ecosistema va acumulando tensión sin que se aprecien cambios significativos, hasta que, sobrepasado cierto umbral, cambia radicalmente de estado, sin que vuelva a ser ya el mismo. Mientras no se alcanza el punto de ruptura, si cesan las presiones, puede recuperarse el estado original. Esta propiedad se denomina resiliencia. Sin embargo, la ruptura supone un punto de no retorno en el que, aunque cese la presión, el sistema evolucionará irremediabilmente hacia la muerte o hacia otro estado de equilibrio.

Frecuentemente vinculamos los efectos destructivos de las catástrofes a la magnitud de las fuerzas que las desencadenan, riadas, terremotos, incendios, etc. En la naturaleza existe una relación inversa entre la magnitud y la frecuencia con la que se producen estos eventos. Así, terremotos o lluvias de poca intensidad son muy frecuentes, pero lluvias torrenciales o terremotos de gran intensidad pueden tardar décadas en repetirse.

Al hablar de catástrofes, suelo preguntar a mis alumnos si lo sería que se apagara el sol o que, estando preocupados por una subida de 2°C debido al cambio climático, el incremento fuera de 30°C. La respuesta suele ser unánimemente afirmativa. Pero el sol se apaga todos los días y la temperatura sube más de 30°C estacionalmente. ¿Por qué no tienen consecuencias catastróficas? La clave está en la frecuencia con la que ocurren, cada 24 h o cada 12 meses. Los seres vivos tienen ciclos de vida superiores a esos periodos y la selección natural conduce a adaptaciones que anticipan y neutralizan esos cambios. Sin embargo, un evento que tarda en repetirse varias generaciones es más difícil que dé lugar a adaptaciones. Pero la especie humana, además de la evolución genética, cuenta con la cultural y ésta no es darwiniana, sino lamarckiana y las adaptaciones basadas en la experiencia de los padres pueden transmitirse a la descendencia. Todos sabemos que por las ramblas corre agua, y que cada 40 años aproximadamente hay una riada extraordinaria. Cuantos más años hace que no la ha habido, más probable es que ocurra la próxima. Si construimos en una rambla y una avenida lo arrasa ¿es una catástrofe? Lo es solo por los daños que produce, pero podía no haberlo sido si hubiéramos utilizado nuestra inteligencia para lo que está diseñada, detectar patrones en un mundo aparentemente caótico y anticipar los problemas.



Sello conmemorativo del nacimiento aproximado (1200 años ap) de Muḥammad ibn Mūsā al-Ḳwārizmī, emitido en la Unión Soviética en september de: 1983

## ***El sistema de numeración indo-arábigo***

Luis J. Alías Linares, 25 de febrero de 2017

Los sistemas de numeración surgen ante la necesidad de representar números elevados con la menor cantidad posible de símbolos y de poder operar con dichos números de una manera sencilla y efectiva. El sistema de numeración que utilizamos en la actualidad es el conocido como indo-arábigo, que está profundamente enraizado en nuestra cultura occidental y que nos permite manejar números extremadamente grandes y realizar cálculos muy complejos con gran facilidad. Su potencia se basa en las dos propiedades fundamentales que lo caracterizan: el principio posicional, en virtud del cual el valor que tiene una determinada cifra depende de la posición que ocupe, y la existencia del concepto de cero, como indicador de la nada.

El sistema indo-arábigo es relativamente reciente y surgió hace unos 1.500 años en el norte de la India, gracias al genio creador de los matemáticos y astrónomos hindúes, quienes llegaron de manera natural y empujados por la necesidad de abreviación de escritura al descubrimiento de los tres ingredientes fundamentales para el establecimiento del sistema de numeración moderno: la utilización de nueve símbolos gráficos diferenciados y desvinculados de cualquier intuición visual directa para representar las unidades; la utilización del principio posicional; y la utilización del cero para señalar la ausencia de las unidades de un cierto orden. Gracias a sus impulsos creadores, los hindúes alcanzaron, hace quince siglos, unas técnicas operacionales casi tan sencillas y rápidas como las técnicas actuales.

A pesar de su superioridad, su influencia no se manifestó directamente en Europa y tuvo que transcurrir más de un milenio para que fuera aceptado definitivamente en el mundo occidental, gracias a las contribuciones esenciales de los árabes, que hicieron de intermediarios entre la India y Occidente. Por esta razón este sistema de numeración es conocido como sistema indo-arábigo. La publicación de la obra "Sobre el cálculo con numerales hindúes" del célebre matemático Al-Khwarizmi en el año 825 dio a conocer el sistema hindú en todo el mundo árabe. Finalmente, dicho sistema de numeración fue introducido en Occidente de la mano del gran matemático italiano Leonardo de Pisa, más conocido por Fibonacci, en su obra "Liber Abbaci", publicada en 1202, aunque todavía se necesitaron varios siglos para que la notación indo-arábigo desplazara definitivamente el ábaco tradicional basado en la arcaica numeración romana y legado de la civilización romana.

## ***Civilización-tecnología- fútbol***

Toribio Fernández Otero, 4 de marzo de 2017

En el siglo XXI los humanos (como especie) estamos inmerso en un desarrollo tecnológico acelerado. Ello es así por una constante que se viene cumpliendo desde hace 200 años: el 90 % de los científicos están vivos. Mucha gente se siente temerosa y abrumada por esta aceleración. No es nada nuevo: desde el principio de la Historia los avances tecnológicos provocaron temor a los no iniciados y algunos sirvieron para arrasarse viejos imperios.

¿Podemos parar esta aceleración? La misma curiosidad intelectual que empujó a un puñado de antepasados a salir de África y poblar desiertos inhóspitos, selvas impenetrables y casquetes polares, empuja (hoy a millones de personas) a seguir descubriendo las leyes que rigen el universo y desarrollar tecnologías que permitan poblarlo algún día.

En los años 50-60 del pasado siglo se planificó la búsqueda de posibles civilizaciones extraterrestres pensando en qué tipos de civilización se deberían buscar. N. Kardashov propuso tres niveles básicos. En el nivel I las civilizaciones inteligentes habrían alcanzado el desarrollo tecnológico necesario para explotar, de manera sostenible, todas las fuentes de energía de su planeta. Las tecnologías desarrolladas por las civilizaciones de nivel II les permitirían explotar las fuentes de energía de su sistema solar. Las de nivel III explotarían las fuentes de energía de su galaxia. Las civilizaciones más avanzadas deberían emitir cantidades crecientes de radiación infrarroja: una de las hipótesis para buscarlas.

En una escala de 0 a 100, la civilización humana estaría entre 5 (estimación pesimista) y 7.5 (estimación optimista de Carl Sagan). Ello apunta a que, para llegar a poblar la galaxia, por cada uno de los modelos científicos o desarrollos tecnológicos alcanzados en la actualidad nos quedan por descubrir y desarrollar cientos de modelos nuevos, hoy inimaginables. Tarea apasionante para los nuevos graduados e ingenieros del mundo. Y ahí estamos.

En este panorama la cuestión es: ¿qué papel queremos jugar desde la Región de Murcia en esta estimulante empresa en la que, querámoslo o no, estamos metidos? Desarrollo científico-tecnológico significa nuevas empresas, exportación a todo el mundo, puestos de trabajo de calidad, elevados salarios y muchos impuestos. HAY QUE SUBIRSE A ESE CARRO.

Cómo hacerlo en España lo saben hasta los bebés, ¡¡aplicando el método del fútbol!!!: contratando a los mejores científicos, consiguiendo los mejores equipos, poniéndoles los mejores entrenadores y las mayores exigencias para ganar en la primera división mundial. La alternativa es: pobreza, emigración y paro.

## ***Algunas reflexiones sobre “La mujer y la niña” en la ciencia***

Francisca Sevilla Valenzuela, 11 de marzo de 2017

El análisis actual sobre la aportación y presencia de las mujeres en la ciencia indica que los aires de cambio están llegando a los laboratorios, y que la sociedad parece estar descubriendo a las científicas. Los datos demuestran, sin embargo, la persistencia de una infrarrepresentación de la mujer en la ciencia. La iniciativa “11 de febrero”, promovida por la ONU, y celebrada por segundo año con más de 250 actividades en 35 provincias en nuestro país, busca el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y niñas, a través entre otros aspectos, de facilitar la visibilidad del trabajo de la mujer en las instituciones científicas. Por otro lado, un estudio reciente, publicado en la revista “*Science*”, señala que, a los cinco años, ni los niños ni las niñas asocian la inteligencia con un género concreto, pero muy poco después, las niñas asocian más fácilmente una persona brillante con el sexo masculino. Estos datos indican la importancia de una educación desde la escuela, ya que reflejan que la percepción del mundo y del individuo se moldea y cambia de forma muy temprana, incidiendo en la manera en que niños y niñas evalúan su propio potencial. Hacerles saber que la capacidad intelectual no va asociada al género ayudaría a que las niñas no se considerasen menos brillantes. Es interesante que las alumnas de carreras científicas obtienen los mejores resultados y al menos el 45% de los doctorados los obtienen mujeres. Sin embargo, una de las principales conclusiones del informe “*Mujeres Investigadoras 2016*” elaborado por la Comisión de Mujeres y Ciencia del CSIC, sigue siendo el descenso en puestos de responsabilidad de mujeres conforme se asciende en la carrera científica, el denominado “efecto tijera”. De seguir con este lento avance apuntan, alcanzar la paridad es aún un sueño lejano. La persistencia de sesgos y su complejidad es uno de los factores que más contribuyen a este efecto. Como ejemplo constatar que, según una encuesta europea impulsada por la ONU, la UNESCO y la Fundación Loreal, el 63% de los mil ciudadanos españoles consultados cree que “las mujeres no sirven para ser científicas de alto nivel”. Muchos de los encuestados opinan que a las mujeres les falta interés por la ciencia, perseverancia, espíritu racional, sentido práctico y espíritu analítico. Para luchar contra esta situación, más de 300 personalidades de todos los ámbitos apoyaron el manifiesto *Cambia las Cifras* que contiene reivindicaciones encaminadas al reconocimiento de la labor de las científicas en los premios científicos; incrementar su presencia en puestos estratégicos y de dirección en instituciones y laboratorios, por encima del 20% actual, etc. Tanto en estas como en otras iniciativas “*No se trata de defender una discriminación positiva sino de defender la lucha contra la discriminación negativa*”.

## **El día del número $\pi$ (pi)**

Ángel Ferrández Izquierdo, 18 de marzo de 2017

Viene siendo costumbre dedicar cada día del año a una acción o acontecimiento que, por alguna razón importante, requiere de la concienciación social siquiera como reflexión. Así, el pasado miércoles 8 de marzo vivimos el Día Internacional de la Mujer. Desde luego que la problemática mundial es tan vasta que en un solo día se pueden acumular varias conmemoraciones. Otro ejemplo que suele pasar desapercibido en nuestro país ocurrió el martes 14 de marzo, el “Día de pi”, el famoso número que nos da la razón de la longitud de una circunferencia a su diámetro, que abreviadamente se suele aproximar por 3,14 y que en el mundo anglosajón tal fecha se expresa como 3/14.

Es importante esta celebración para resaltar la relevancia de tan peculiar número ante demasiada gente que repele todo aquello emparentado con la Matemática, precisamente para concienciarle de que el enorme progreso tecnológico del que hoy disfrutamos sería impensable sin la Matemática que lo ha hecho posible. Se ha cumplido la profecía de Galileo, cuando en 1623 escribió que “El libro del Universo está escrito en lenguaje matemático y no sabremos descifrarlo si nuestros ojos están ciegos a esa disciplina”.

Mientras que en España esta celebración data de 2006, en Estados Unidos comenzó en 1988, gracias a la idea del físico Larry Shaw del San Francisco Exploratorium. Este año la Real Sociedad Matemática Española, para resaltar la efeméride, convocó unos premios a nivel nacional, bajo el lema “Sin pi no soy nada”, y nuestra región ha logrado un notable éxito, pues los ganadores han sido Rodrigo Vidal Ayala, en la categoría de cómics a nivel de Primaria, del CEIP Emilio Candel, y Elena Caballero Martínez, en el concurso de relatos en los niveles 3º y 4º de ESO, del Colegio San Jorge.

Son tantas y tan variadas las curiosidades que rodean a este increíble número que invitamos al lector a que aproveche internet para saborear las que más se acerquen a sus preferencias. Veamos algunos ejemplos. El congreso de EEUU, en 2009, declaró oficialmente que el 14 de marzo sería el Día Internacional de pi. El médico americano Edwin Goodwin, en 1894, intentó una imposible cuadratura del círculo, pero empeñado en que tenía razón, trató —sin éxito— que el Senado del estado de Indiana aprobase una ley por la que pi valdría 3,2. A partir de 1949, sus decimales se calculan por ordenador y hoy se conocen 23 billones en un orden aleatorio.

## ***Residuos domésticos y economía circular: una oportunidad***

Carlos García Izquierdo, 25 de marzo de 2017

Nos hemos habituado a vivir en un mundo donde importa el desarrollo en ciertos aspectos, en particular en aquellos que nos permite vivir mejor; pero interesa saber si dicho modelo de desarrollo será sostenible en el tiempo. Un mundo donde tomemos aquello que necesitamos (o así lo creemos), continuemos fabricando sin mirar al futuro, utilicemos nuestros recursos sin límite, y al final, tiremos a la basura todo lo sobrante, no será sostenible en absoluto. La Unión Europea, a finales de 2016, ha propuesto un ambicioso programa sobre Economía Circular, que permitirá a nuestra sociedad aprovechar sus recursos de una manera sostenible y eficaz. Si somos capaces de alargar el ciclo de vida de nuestros productos, mediante un mayor reciclado y reutilización de los mismos, beneficiaremos tanto al medio ambiente como a la economía; y esto es economía circular.

Pero todo no es tan simple. Veamos como ejemplo nuestra basura doméstica. Sabemos que producimos sobre 1,2 kg por habitante y día, y que hay que dar a este residuo una solución económica, social y ambiental correcta si no queremos generar un problema enorme. Pues bien, todos los estudios realizados sobre estos residuos hablan de sus excelentes cualidades para valorizarlos: de una parte, hay adecuada tecnología para reciclar correctamente el vidrio, papel, cartón, metales, y el plástico que contienen. Además, el 40% de nuestra basura doméstica es orgánica (bioresiduo), aprovechable bien para producir energía limpia (biogás mediante biometanización), o bien utilizarla para obtener mediante los tratamientos necesarios, una excelente enmienda orgánica para los suelos agrícolas que permita ahorrar fertilizantes minerales convencionales y mantener la fertilidad edáfica de nuestros suelos, evitando problemas de desertificación. Sin embargo, aunque disponemos de la tecnología y los conocimientos necesarios para llevar a cabo la valorización anteriormente indicada, ¿por qué hoy en día estamos lejos de hacer rentable esa realidad? ¿por qué no exigimos una recogida selectiva en condiciones que permita la conversión del residuo en recurso? ¿por qué seguimos manteniendo vertederos que se tragan cantidades ingentes de esa basura doméstica que es una fuente de riqueza dentro de la ya mencionada economía circular? La administración, las empresas implicadas y la ciudadanía en general, deberíamos ser conscientes de que interesa tomar en serio el reciclado de nuestra basura doméstica; si no lo hacemos, perderemos la oportunidad de mejorar verdaderamente nuestra vida, nuestra sociedad, y nuestro medio ambiente.

## ***¿Se acerca el fin de los empastes dentales?***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 8 de abril de 2017

Los empastes pueden pasar a la historia si un fármaco, para el que ya se han hecho los ensayos clínicos, puede estimular el recrecimiento de los dientes rellenado los huecos. Lo curioso del caso es que este fármaco estaba destinado al tratamiento de pacientes de Alzheimer.

Este es el descubrimiento realizado por investigadores del King's College de Londres liderados por el Profesor Paul Sharpe y recientemente publicado en Scientific Reports. El fármaco es el tideglusib. Este compuesto estimula las células madre presentes en la pulpa del diente provocando la formación de nueva dentina, que es la sustancia mineralizada que se encuentra bajo el esmalte. Era ya sabido que los dientes pueden regenerar dentina si la pulpa queda expuesta a un trauma o a una infección, pero, en condiciones normales, solo se regenera una capa muy fina.

Pero lo que hace el tideglusib es inhibir un enzima que se llama glucógeno sintetasa quinasa-3 (GSK-3), que en este caso inhibe la formación de dentina y los científicos de Londres han observado que es posible utilizar una pequeñísima esponja biodegradable que contiene el fármaco para pegarla a la cavidad del diente, donde estimula la formación de dentina, reparando una cavidad en un tiempo de menos de 2 meses.

Las esponjas están hechas de colágeno, que es una proteína perfectamente digerible y que cuando desaparecen dejan los dientes reparados. Este proceso se ha podido probar con total éxito en ratones. Pero la gran ventaja es que el tideglusib ya está estudiado en ensayos clínicos, por lo que podría ponerse en uso de forma inmediata para las personas.

Actualmente los dentistas usan unos cementos, tales como los basados en calcio y silicona, que pueden perderse con el tiempo y son una sustancia postiza y artificial en el diente. La pérdida repetida del empaste puede dar lugar a la pérdida total del diente. El nuevo descubrimiento que se describe aquí propicia la reparación natural del diente y es sin duda un gran hallazgo, que mejorará las posibilidades de reparación de las caries.

Una moraleja a extraer de este descubrimiento es que el conocimiento científico fructifica muchas veces en aplicaciones inesperadas. Es por ello que hay que fomentar la ciencia, sea básica o aplicada, para que podamos llegar posteriormente a las aplicaciones. El inconveniente que persiste es que aun usando el tideglusib tendremos que seguir sufriendo el implacable taladro del dentista limpiándonos antes el diente cariado.

## ***El viroma humano***

Mariano Gacto Fernández, 22 de abril de 2017

Los microorganismos que habitan nuestro cuerpo forman un nuevo órgano que se ha denominado el microbioma humano, constituido mayoritariamente por bacterias y arqueas. Como otros órganos, el microbioma tiene estructura y funciones específicas. Sin embargo, las entidades biológicas más abundantes en nuestro cuerpo no son los microorganismos sino los virus. En sentido estricto, los virus no son microorganismos porque carecen de organización celular (el término organismo deriva precisamente de tal tipo de organización) ni tampoco son microbios, porque no tienen vida extracelular (bios significa vida). Como dijo el premio Nobel André Lwoff “un virus es un virus”. Por su singularidad, estas entidades no forman parte del microbioma.

En analogía con el microbioma humano, el viroma humano es el conjunto de virus que se encuentran interna o externamente en nuestro cuerpo, incluso en ausencia de síntomas clínicos de infección. Este conjunto incluye tanto virus que causan infecciones agudas, latentes o persistentes, como aquellos incapaces de infectar nuestras células. Dichas entidades pueden influenciar notablemente el equilibrio entre la salud y la enfermedad porque estamos continuamente expuestos a numerosos virus por el aire que respiramos, los alimentos que ingerimos y el contacto con otros hombres, animales o plantas.

Nuestro cuerpo presenta ecosistemas muy heterogéneos, con comunidades microbianas que son específicas de cada sitio anatómico. Los virus también varían en términos de abundancia y composición dependiendo del sitio de nuestro cuerpo. Estudios metagenómicos realizados recientemente revelan que el número de virus que forman el viroma humano alcanza magnitudes insospechadas, con valores que, en individuos normales asintomáticos, pueden suponer desde un millón de partículas víricas por mililitro de sangre o de orina hasta mil millones por gramo de piel, intestino o faringe. Por otra parte, hay muchos virus endógenos que han logrado integrar su genoma en el genoma humano. Por fortuna, los virus bacterianos o bacteriófagos, que están especializados en atacar bacterias, representan la mayoría de las partículas víricas presentes en el cuerpo humano y se estima que cada uno de nosotros puede contener un número total de quince cifras en lo que refiere solamente a este tipo de virus. En consecuencia, muchas líneas actuales de investigación resaltan la contribución potencial de los bacteriófagos al mantenimiento de la salud humana por su capacidad de eliminar comunidades bacterianas patógenas. Los avances que se esperan de estudios dirigidos a comprender el significado de los virus asociados al cuerpo humano inspirarán nuevas técnicas biológicas e influenciarán nuestros conceptos sobre la salud y la enfermedad.

## **Progreso Reciente en la Medicina Celular y Molecular con especial atención a la Medicina de Precisión**

Giacinto Scoles, 6 de mayo de 2017

Hay muchos aspectos del cáncer, incluyendo su complejidad, diversidad y naturaleza dinámica, que requieren un cambio radical en la forma en que abordamos su estudio y tratamiento. Por ejemplo, el perfil genético de los tumores afecta la reacción del tumor en el paciente, mientras que el microambiente tumoral desempeña un papel crítico en el desarrollo, progresión y control del tumor. Debido a la heterogeneidad intratumoral, las células cancerosas extraídas de un mismo tumor del paciente pueden ser genéticamente heterogéneas. Las interacciones inmunes del tumor con el ambiente extracelular huésped influyen en el resultado de la enfermedad alterando el equilibrio de las respuestas supresivas frente a las citotóxicas en la vecindad del tumor. Además, las biopsias a menudo sufren del error de muestreo y el muestreo de tumores de algunos tipos de cáncer sigue siendo difícil, quedando una cantidad insuficiente de tejido para las pruebas genéticas. Teniendo en cuenta la alta heterogeneidad tumoral de los individuos pacientes, cada vez más se reconoce que una estrategia personalizada de la medicina ayudaría a identificar el régimen óptimo de tratamiento para cada individuo paciente con cáncer a través de su detección anticipada, un monitoreo mejor de la terapia, el desarrollo de medicamentos nuevos y la planificación racional del tratamiento. Uno de los desafíos de la medicina personalizada está relacionado con la “biopsia líquida”, es decir, la extracción de células tumorales circulantes (CTC) y el ADN tumoral circulante (ADNcc) de la sangre periférica, que se espera revolucione la forma en la que la cura del cáncer funciona hoy en día, proporcionando un acceso fácil y repetible al material biológico tumoral y, en consecuencia, a la información sobre el estado de la enfermedad, el pronóstico y la quimio-sensibilidad contenidos en el mismo. Por otra parte, también debido a la transición epitelial a mesenquimal, actualmente no se sabe mucho sobre cómo la sangre periférica toma muestras del material del tumor, lo que añade urgencia al tipo de estudio anteriormente discutido. Otro desafío de la medicina personalizada es representado por la realización de modelos adecuados de tumores “*in vitro*” capaces de predecir la respuesta a agentes quimioterapéuticos específicos para cada paciente. Por ello trabajamos para desarrollar un nuevo método para reconocer, contar, clasificar y analizar las CTC.

Este método, se presentará en la conferencia del próximo miércoles 5 de abril en el Aula de Cultura de Cajamurcia (19:30horas).

## ***El amoníaco biotecnológico***

Francisco García Carmona, 13 de mayo de 2017

La necesidad de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) para mantener el desarrollo actual es de 140 megatoneladas al año.

Dos procesos contribuyen a paliar esta necesidad, el proceso industrial de Haber-Bosch que produce amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno y la reducción biológica de nitrógeno por la enzima Nitrogenasa, que se encuentra solo en un grupo de bacterias del suelo capaces de fijar nitrógeno a expensa de energía que se suministra *in vivo* en forma de ATP.

Fritz Haber recibió el premio Nobel de Química en 1918 y Carl Bosch lo recibió en 1931 por el descubrimiento y desarrollo del método de síntesis química a alta presión. El proceso Haber-Bosch fue descubierto en 1909 y ha evolucionado hacia una tecnología, que hoy en día consume más del 1% de la energía del mundo pues requiere altas temperatura  $500^\circ\text{C}$  y alta presión 20MPa y contribuye con un 3% del  $\text{CO}_2$  global.

Este año, un grupo de investigadores americanos (Universidad de Utah), irlandeses (Universidad de Galway) y españoles (Instituto de Catálisis y Petroquímica, CSIC) han conseguido sintetizar amoníaco en una pila de combustible biológico (ATP) que además produce electricidad.

En el ánodo de la pila se producen electrones y protones a partir de hidrógeno mediante la enzima Hidrogenasa, los electrones son enviados a través del circuito eléctrico al cátodo, por su parte, los protones serán utilizados por la enzima Nitrogenasa junto con los electrones procedentes del cátodo para reducir nitrógeno a amoníaco, usando energía biológica en forma de ATP.

Así pues, es posible en esta pila obtener amoníaco y a la vez energía eléctrica, pero hoy en día solo tenemos la prueba de concepto. Para que esta tecnología con base biológica pueda ser útil serios problemas deben de ser superados, como son, eliminar el uso de ATP como fuente de energía y la estabilización de las enzimas, en este caso de una manera singular la estabilización de Nitrogenasa frente al oxígeno. Ambos problemas están siendo abordados por los investigadores que han desarrollado la pila.

Por otro lado, si deseamos eliminar completamente la huella de  $\text{CO}_2$  del proceso de síntesis de amoníaco, debe superarse el actual procedimiento de obtención del hidrógeno desde metano, que consume grandes cantidades de energía. Una solución biotecnológica ha sido ya apuntada por el grupo de los coautores del CSIC, que recientemente han obtenido hidrógeno a partir de agua y de la luz usando un sistema fotosintético constituido por un fotocatalizador híbrido que combina un semiconductor e Hidrogenasa. El semiconductor es capaz de absorber luz visible y una vez excitado cede electrones al catalizador enzimático para reducir los protones a hidrógeno.

## **Mujeres en Ciencia**

M<sup>a</sup> Ángeles Pedreño García, 20 de mayo de 2017

¿Son las mujeres científicas diferentes de aquellas que desarrollan su actividad profesional en otros ámbitos no científicos? Aunque de partida no se vislumbran diferencias en cuanto a la actitud para el desarrollo de una actividad profesional, en el ámbito científico no existe una dedicación horaria delimitada ya que el afán por conocer y la ilusión por investigar hacen que el tiempo no sea el factor limitante del trabajo de investigación que desarrollan. Ese esfuerzo creciente y la voluntad por querer investigar las diferencia de aquellas que ocupan puestos de trabajo con una mayor flexibilidad de horario.

En España, la precariedad y la inestabilidad laboral de las jóvenes investigadoras constituye, en la mayor parte de los casos, una carrera de obstáculos en donde muy pocas llegan a la meta. La elección por completar, a la edad de 30-35 años, su ciclo biológico con la maternidad y el reinicio de su actividad profesional es, en muchos casos, el motivo que trunca su objetivo, a pesar de la extensión de tiempo que les conceden para recuperar, después de la maternidad, su actividad investigadora. Los medios disponibles para ese reenganche son escasos e inadecuados incluso para aquellas afortunadas que cuentan con el apoyo de su familia. A pesar de esto, algunas de ellas continúan su carrera científica realizando grandes esfuerzos y entrenándose día a día para compartir su vida con la familia y la investigación. Sin embargo, son muy pocas las que alcanzan puestos de relevancia científica ya que la mayor parte de ellas, quedan bajo la sombra de los hombres de Ciencia.

La inquietud por la situación actual de las jóvenes investigadoras ha promovido el desarrollo de una asociación *Lyceum de Ciencia* de la Región de Murcia que, con el patrocinio de la Dirección General de la Mujer de la Región de Murcia, tiene como finalidad el compromiso de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres. Basándonos en la experiencia vivida por mujeres afortunadas que, con mucho esfuerzo hemos podido romper ese *techo de cristal*, intentamos luchar para averiguar cuáles son las razones por las que ese *techo de cristal* sigue existiendo tras 20 años de políticas sociales activas de igualdad, mediante la realización de acciones estratégicas en los diferentes estamentos de la Sociedad, basadas en la generación de una conciencia social sobre la situación que vivimos como mujeres, que aseguren la carrera profesional de las mujeres en Ciencia en igualdad de oportunidades.

## ***La insostenibilidad del desarrollo sostenible***

Angel Pérez-Ruzafa, 27 de mayo de 2017

Un parámetro muy utilizado en nuestra sociedad es la tasa de desarrollo. Se insiste en que debe ser sostenible, pero existe la convicción de que si está por debajo de ciertos valores la situación es intolerable. A veces se matiza entre sostenible y sostenido, pero ¿es posible uno u otro?

El desarrollo es un proceso inherente a los sistemas complejos alejados del equilibrio termodinámico y, por tanto, a la vida. Estos se construyen progresivamente ofreciendo resistencias a los flujos de energía y generando trabajo que invierten en su mantenimiento y en la creación de nuevas estructuras que aumentan su eficiencia e independencia del entorno. Este proceso es lento al principio, pero se acelera exponencialmente a medida que el organismo o el ecosistema se hacen más complejos. Sin embargo, dicho crecimiento implica también mayores necesidades energéticas de mantenimiento. Tarde o temprano, la energía disponible apenas da para el metabolismo y no quedan márgenes para seguir creciendo, por lo que el desarrollo se ralentiza y, finalmente, se frena. La forma del proceso es una curva logística, similar a una S. El nivel de complejidad alcanzado perdurará si el suministro de energía se mantiene. La única manera de reactivar el crecimiento hasta alcanzar un nuevo nivel es encontrar fuentes más potentes de energía y ser más eficientes en su uso. Cuando los sistemas alcanzan el límite del desarrollo, a pesar de ser más competitivos y con mayores mecanismos de control, también se vuelven más vulnerables. Un fallo de suministro, o un incremento inesperado en la demanda por cualquier estrés, producen un desmoronamiento repentino.

Las sociedades humanas tienen la capacidad de crecer por encima de la energía disponible en los alimentos, especializándose en el uso de energías exosomáticas (como el fuego, la energía eólica o hidráulica, o la producida por otros organismos, incluida nuestra propia especie en forma de esclavitud), y ampliando la explotación a entornos alejados. Las ciudades crecen explotando las zonas rurales, cuando estas ya no son capaces de suministrar suficientes recursos, se establece el comercio con áreas alejadas, y si éste no da márgenes de beneficio, simplemente se invaden los nuevos territorios. Pero los costos de mantenimiento aumentan muy rápido con el volumen de la estructura, mientras las entradas de energía dependen de la superficie de contacto con el entorno. Alcanzado el límite, la situación es inestable y cualquier fluctuación imprevista produce el derrumbe del sistema. La historia está plagada de ejemplos de imperios desaparecidos repentinamente en la cumbre de su esplendor.

Si no queremos estar abocados, una y otra vez, a este tipo de desenlaces, es importante cambiar el concepto de desarrollo sostenible por el de nivel de vida sostenible en equilibrio con los flujos de energía disponibles.

## ***Yo soy de Ciencias (... y también de Letras)***

Ángel Ferrández Izquierdo, 2 de junio de 2017

Jamás he escuchado frase tan desafortunada como la archiconocida “Yo no sé de eso, soy de Letras”, cuando apenas se le ha preguntado por cualquier trivialidad relacionada con un porcentaje, el cambio climático o un interés bancario. Y, sin embargo, jamás he escuchado “No, no lo conozco, soy de Ciencias” al ser interpelado por el último Nobel de Literatura. Ser de Ciencias o de Letras no imprime carácter, ni supone preponderancia de una sobre otra, ni son excluyentes. Más bien son dos dimensiones necesariamente complementarias en pos de una búsqueda, que debería ser incesante, por ser cada día más instruido. O incluso, “tanto monta, monta tanto”, pues recordemos que el saber no ocupa lugar y que cada ciudadano es más libre cuanto más cultura posee.

Desgraciadamente, no es este el camino imperante en la educación española, ni secundaria ni universitaria, ni lo será a tenor de las recientes noticias sobre las reformas que nos amenazan. Cada vez la parcelación es más acusada y favorecida desde los años más jóvenes. Las rebajas imperdonables tanto en la cultura del esfuerzo como en los niveles de exigencia nos abocan sin remedio a una sociedad adocenada, con escasas, pero afortunadamente brillantes excepciones, fácilmente manipulable.

Estoy harto de escuchar que “los jóvenes de hoy están mejor preparados que en cualquier época anterior”, afirmación rotundamente falsa como muestra cualquier informe serio, por ejemplo, PISA. Es cierto que manejan muy bien las tecnologías de las comunicaciones y las redes sociales, pero hay un abismo entre eso y tener un mínimo de cultura. No tienen hábito de lectura, lo que les lleva a tener dificultad para entender el planteamiento de un problema, sin hablar de resolverlo o de redactar una posible solución razonada.

Ser de Ciencias es algo más que saber hacer una raíz cuadrada, comprender a Kant, resolver una ecuación de segundo grado, leer a Borges o entender las teorías de Einstein. Significa tener una mente y una actitud vital sujetas al método científico, es decir, a la búsqueda de la verdad por senderos experimentalmente válidos, prestos a retroceder cuando la prueba demuestre lo contrario. En definitiva, adoptar un compromiso de vida donde el esfuerzo, la sana competencia, la integridad y la rectitud sean los parámetros que rijan la consecución de los objetivos.

Ser de Letras significa exactamente lo mismo, pues aprender de Platón, apreciar el románico o meterse en las entrañas de Gaya es perfectamente compatible con maravillarse, y disfrutar, de las leyes de Maxwell y de las ondas gravitacionales.

## ***Un gigante de la Química Orgánica del siglo XX***

Alberto Tárraga Tomás, 9 de junio de 2017

El pasado día 10 de abril se cumplió el centenario del nacimiento de Robert Burns Woodward, uno de los químicos orgánicos más brillantes y creativos del siglo XX, cuyo legado constituye un ejemplo absolutamente emblemático para entender la evolución de la Química Orgánica, el poder de la síntesis orgánica y su influencia en las generaciones de químicos que, desde mediados del siglo pasado, han contribuido a promover un rápido avance no sólo de la Síntesis Orgánica sino, también, de la Biología y Medicina, con el notable beneficio para la sociedad que ello comporta.

Nació en Boston (1917) y con tan solo 16 años se matriculó en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Cuatro años más tarde, (1937), consiguió el doctorado en Química y ese mismo año se incorporó a la Universidad de Harvard, donde se mantuvo durante 42 años, hasta su muerte.

Woodward marcó la transición hacia una nueva época, tanto desde el punto de vista de la elucidación estructural como de la síntesis orgánica, lo cual fue posible gracias a los avances tecnológicos desarrollados en instrumentación en las décadas de los años 40 y 50: espectroscopías ultravioleta, infrarroja, resonancia magnética nuclear y técnicas cromatográficas.

Según las métricas modernas, su número total de publicaciones (196) podría parecer modesto, aunque todas supusieron un gran impacto para el desarrollo de la Química Orgánica.

Sus primeras aportaciones las realizó en el campo de la espectroscopía ultravioleta, estableciendo unas reglas que permiten predecir empíricamente a qué longitud de onda absorberá un compuesto en el espectro de ultravioleta.

Por otra parte, y en colaboración con Roald Hoffmann, enunció las conocidas como “reglas de Woodward y Hoffmann” (1964-69) sobre la simetría orbital y, en colaboración con Geoffrey Wilkinson, sugirió la correcta estructura del ferroceno (1952).

Sin embargo, fue “por sus destacados logros en el arte de la síntesis orgánica” por lo que le concedieron el Premio Nobel de Química, en 1965, destacando la consecución de la síntesis total de productos tales como quinina, cortisona, colesterol, reserpina, ácido lisérgico, clorofila *a* y vitamina B12, siendo esta última la molécula más compleja sintetizada en el laboratorio en el momento de su síntesis, hazaña realizada en colaboración con Albert Eschenmoser, y que demandó el esfuerzo de más de 100 químicos a lo largo de 11 años.

Cuando murió, en 1979, su grupo estaba trabajando en la síntesis total del antibiótico eritromicina, síntesis completada por sus colaboradores después de su muerte.

## **Familias de números**

Ángel Ferrández Izquierdo, 16 de junio de 2017

Existe una creencia generalizada de que la Matemática es la ciencia de los números, o dicho de otra manera, que el quehacer matemático gira en torno al manejo y manipulación de números. Más que un no rotundo, se podría responder que eso es cierto en parte, en una pequeña, pero importante, parte que se conoce como la Teoría de Números, cuyas aplicaciones resultan hoy cruciales.

Los números naturales son los primeros que aprende un niño cuando cuenta con los dedos de una mano y se representan por  $\mathbb{N}$ . Luego aprendemos a sumar y nos aparece un número extraño, el 0, que satisface la siguiente propiedad:  $m + 0 = m$ , para cada número natural  $m$ . Después aparece la ecuación  $m + 1 = 0$ , cuya solución conduce a los números negativos y al conjunto  $\mathbb{Z}$  de los números enteros, es decir, los naturales, los negativos y el 0.

Luego aprendemos a multiplicar números enteros y nos preguntamos, dado un entero  $m$ , si existe otro número  $q$  cuyo producto por  $m$  sea 1. Por ejemplo, si  $m = 7$ , entonces  $q = 1/7$ , y llegamos al conjunto  $\mathbb{Q}$  de los números racionales. Pero hay más, pues para calcular cuánto mide la diagonal de un cuadrado de lado 1 hemos de resolver la ecuación  $x^2 = 2$ , cuya solución es la raíz cuadrada de 2, entrando en el mundo de los números reales  $\mathbb{R}$ .

¿Y si modificamos un poquito la ecuación anterior escribiendo  $x^2 = -1$ ? Afortunadamente tenemos solución, pues la raíz cuadrada de -1 es un nuevo número que representamos con la letra  $i$  y abrazamos el maravilloso mundo de los números complejos  $\mathbb{C}$ . Nos damos cuenta enseguida que nuestra primera familia  $\mathbb{N}$  se ha ido ampliando sucesivamente, de manera natural, siendo  $\mathbb{C}$  la más grande, y cada cual ha surgido de una necesidad anterior.

¿Es esto todo? No, hay dos familias más: los números de Hamilton  $\mathbb{H}$ , o cuaterniones, y los octoniones  $\mathbb{O}$  o números de Cayley. ¿Todos son necesarios? Rotundamente, sí. La Matemática usa su autonomía para crear sus propios caminos e ir, como un gran maestro de ajedrez, cincuenta años por delante de las demandas de las otras Ciencias.  $\mathbb{C}$  es el medio natural de la física cuántica y esta es la base de toda la tecnología actual. Pero, además, los números complejos son la herramienta esencial para conocer cómo los terremotos sacuden edificios y la inestabilidad y el progreso de una turbulencia, es decir, para pronosticar el tiempo.

## ***Descubridores de las ondas gravitacionales***

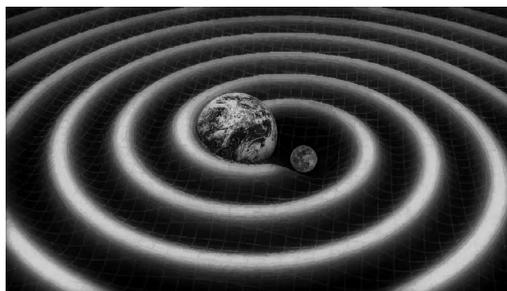
Miguel Ortuño Ortín, 23 de junio de 2017

El Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2017 ha recaído en los descubridores de las ondas gravitacionales. Más concretamente en los físicos Rainer Weiss, Kip S. Thorne y Barry C. Barish y en el Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por sus siglas en inglés).

Las ondas gravitacionales son perturbaciones del espacio-tiempo producidas por los eventos gravitatorios más violentos, en los casos detectados hasta la fecha, la fusión de dos agujeros negros que giran uno alrededor del otro, cada vez más cerca, emitiendo parte de su energía en forma de ondas. De acuerdo a la teoría de la relatividad general de Einstein, la materia curva el espacio-tiempo produciendo la atracción gravitatoria. Cuando se trata de objetos muy masivos con grandes aceleraciones, esta deformación puede viajar a la velocidad de la luz alejándose de sus fuentes en forma de ondas gravitacionales.

La detección de ondas gravitacionales ha sido uno de los experimentos recientes más significativos: por una parte, proporciona una fuerte evidencia a favor de la teoría general de la relatividad para campos gravitatorios muy intensos y, por otra, supone una herramienta de futuro en la observación del universo, no basada en ondas electromagnéticas como el resto de instrumentos.

En los años ochenta, los físicos norteamericanos Rainer Weiss, Kip S. Thorne y el escocés Ronald Drever propusieron la construcción de LIGO con el fin de poder detectar ondas gravitacionales. Rainer Weiss es en la actualidad profesor emérito del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Kip Stephen Thorne fue profesor en el Instituto Tecnológico de California (Caltech) hasta 2009, en que se dedicó a la difusión de la física en programas de televisión, libros y escritos diversos. Ronald Drever también era profesor en esta institución y falleció en marzo de este año por lo que no ha recibido el premio. El tercer receptor del premio, Barry C. Barish, es de nuevo del Caltech y fue el principal impulsor de la construcción de LIGO, así como su primer director.



## **Un teorema de Euler**

Pascual Lucas Saorín, 30 de junio de 2017

Todos hemos jugado alguna vez con un dado. Si lo observamos detenidamente vemos que tiene 6 caras, 12 aristas (las líneas donde confluyen dos caras) y 8 vértices (los puntos donde confluyen varias aristas). Si llamamos  $C$ ,  $A$  y  $V$  al número de caras, aristas y vértices, respectivamente, es fácil observar que  $C-A+V=2$ . Euler, uno de los mejores matemáticos de todos los tiempos, también se dio cuenta de ello a mediados del siglo XVIII. Es más, vio que esa relación también se cumplía para los otros sólidos platónicos (tetraedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro) y para muchos otros poliedros convexos. Desde entonces conocemos dicha ecuación como fórmula (o teorema) de Euler. Sin entrar en muchos detalles, un poliedro convexo es una figura tridimensional con volumen finito y limitada por polígonos (regulares o irregulares) que no tiene entrantes ni agujeros.

Muchos resultados en Matemáticas son lo suficientemente importantes como para que se hayan demostrado de diferentes formas a lo largo del tiempo. El caso más paradigmático es el teorema de Pitágoras, del cual se han proporcionado casi 400 demostraciones distintas. La fórmula de Euler, sin llegar a la exuberancia del teorema de Pitágoras, también se enorgullece de tener más de 20 demostraciones distintas. Hoy quisiera mencionar la demostración de la carga eléctrica, ideada por el ilustre matemático W.P. Thurston.

Coloquemos el poliedro en el espacio, de forma que ninguna arista esté horizontal, y que exista exactamente un vértice superior y un vértice inferior. Pongamos una carga unitaria positiva en cada vértice, una carga unitaria positiva en el centro de cada cara y una carga unitaria negativa en el centro de cada arista. Desplacemos horizontalmente las cargas de los vértices y aristas, siguiendo un movimiento contrario a las agujas del reloj, hacia la cara más próxima. De esta forma la carga de cada vértice y arista se asigna a una única cara. Es fácil ver que la carga total de cada cara resulta ser cero (el número de cargas positivas coincide con el número de cargas negativas). Como los únicos vértices cuya carga no ha podido ser desplazada a una cara contigua son los vértices superior e inferior, resulta que la carga total del poliedro es  $+2$ .

La fórmula de Euler tiene muchas consecuencias. Una de ellas (realmente sorprendente) es que sólo existen cinco poliedros convexos regulares (es decir, sus caras son polígonos regulares y en cada vértice confluyen el mismo número de aristas). ¿Podrías decir cuáles son?

## **Bernhard Riemann**

Ángel Ferrández Izquierdo, 16 de septiembre de 2017

Georg Friedrich Bernhard Riemann nació el 17 de septiembre de 1826 en Breselenz, un pequeño pueblo en el reino de Hanover. El segundo de seis hijos, muy pronto mostró un enorme talento para el cálculo. Muy apegado a su familia y de salud delicada, siempre se mostró tímido y melancólico, con dificultad para las relaciones sociales.

Con diecinueve años ingresó en la Universidad de Göttingen donde, por influencia de su padre, pastor luterano, se matriculó en Filología y Teología. Tuvo tiempo para asistir a las clases de Stern, Goldschmidt y Gauss, con tal dedicación que consiguió el permiso paterno para dedicarse por completo a sus estudios preferidos. Su afán de aprender le llevó a Berlín, donde permaneció dos años y cuenta con enorme júbilo el excelente curso de Mecánica que recibió de Jacobi.

A finales de 1849 regresó a Göttingen para recibir clases de Filosofía y Física Experimental. De esta época surge su interés por la filosofía natural en un escrito donde afirma que “es posible desarrollar una teoría matemática completa que, partiendo de las leyes fundamentales que verifican los puntos individuales, progresa hasta los fenómenos reales del espacio continuo, sin distinguir si se trata de la Gravedad, la Electricidad, el Magnetismo, o el equilibrio del Calor”.

Su tesis *Fundamentos para una Teoría de Funciones de una variable compleja* no pudo someterla a la Facultad de Filosofía hasta noviembre del año 1851 debido al pánico que le producía escribir para publicar. El trabajo recibió un dictamen muy elogioso de Gauss. Para su habilitación se decantó por la teoría de las series trigonométricas, que acabó en diciembre de 1853, para entregarse de lleno a elaborar las *Hipótesis de la Geometría*. Muy preocupado de que fuera inteligible para todos, incluso para no matemáticos, el trabajo fue una obra maestra, pues suprimió los detalles matemáticos más delicados para transmitir con precisión su hilo argumental, de manera que puede ser reconstruido a partir de las indicaciones dadas.

Las lecciones orales fueron traumáticas. Su pensamiento brillante y su imaginación intuitiva le permitían dar grandes saltos difíciles de seguir. Quedaba perplejo si se le pedía una discusión más amplia de sus conclusiones y le costaba trabajo adecuarse al razonamiento más lento del solicitante para resolverle sus dudas.

Riemann es uno de los grandes matemáticos de la era moderna, buscando siempre nuevas formas de pensar y atacar los problemas existentes y sus aplicaciones físicas. Su influencia en el siglo XX es tal que en la obra ‘Development of Mathematics 1900-1950’ su nombre aparece tantas veces como los de Gauss, Cauchy, Weierstrass y Dedekind juntos.

## ***A vueltas con el ranking de Shanghai***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 23 de septiembre de 2017

Un año más, cuando recientemente se publicaron los resultados de este famoso ranking, tenemos la misma confusión en las interpretaciones. En realidad, lo que se mide aquí es la excelencia investigadora: premios Nobel que pertenecen a una universidad o han estudiado en ella y publicaciones de gran excelencia. No se valora la calidad de la enseñanza ni la adecuación a las necesidades de las empresas. Pero ¿por qué las universidades españolas tienen malos resultados? Señalaré dos factores principales.

El primero depende del Ministerio de Educación que considera a los profesores españoles casi únicamente como enseñantes y muy poco como investigadores. Por ello han de dedicar una gran parte de su tiempo a las clases y a la inmensa burocracia que la ANECA y otras plagas bíblicas han descargado sobre la Universidad española. Además, los profesores españoles carecen de personal auxiliar destinado a la investigación. El resultado es que el profesor universitario tenga muy difícil el centrarse en la investigación que es lo que se valora en el ranking en cuestión.

El segundo depende del MINECO que es quien ha de invertir en la investigación. Este Ministerio destina escasos fondos a la investigación por la poca fe del Gobierno en que la investigación tenga utilidad (sobre todo la básica). Además, el sistema posterga especialmente a las universidades, entre varias otras cosas porque hace competir a los docentes universitarios, con limitada dedicación a la investigación, con personal de organismos dedicados a la investigación en exclusiva como el CSIC o el CNIO. El resultado es que hoy en día haya una mayoría de profesores universitarios que no tienen fondos con qué investigar. Pocos investigadores aspirantes a tener grandes resultados publicables en las revistas de excelencia (que es lo valorado en el famoso ranking) van a querer estar en una universidad española en estas condiciones.

Por supuesto que hay otros responsables subsidiarios de esta situación, como son las comunidades autónomas, aunque algunas como el País Vasco o Cataluña sí que ayudan más a la investigación. Por último, tampoco todas las universidades tienen claro qué hacer a este respecto y algunas tienen más implicación que otras con la investigación, pero el resultado general está a la vista: ninguna universidad española está entre las 200 primeras. Ni lo estará, me temo, en esta generación. ¿Pero, realmente, los responsables que aquí señalamos quieren cambiar esta situación?

## **El Mar Menor: 20 afirmaciones científicas y una petición desesperada**

Angel Pérez-Ruzafa, 30 de septiembre de 2017

1. Las lagunas costeras son ambientes altamente productivos por los gradientes físico-químicos que contienen; 2. Debido a los intensos flujos de energía, deberían ser simples, dominados por especies oportunistas y similares a sistemas contaminados; 3. Sin embargo, el Mar Menor es altamente complejo, heterogéneo y con una elevada biodiversidad, lo que le confiere la capacidad de autorregularse y defenderse de las presiones antrópicas; 4. La heterogeneidad hidrológica y de sustratos contribuyen a mantener dicha biodiversidad y mecanismos homeostáticos; 5. Su funcionamiento y capacidad homeostática dependen de la conexión restringida con el Mediterráneo; 6. El dragado del canal del Estacio indujo importantes cambios hidrológicos e hidrodinámicos; 7. induciendo, a su vez, la colonización de nuevas especies como la expansión del alga *Caulerpa prolifera*; 8. *Caulerpa* aporta materia orgánica, produce enfangamiento y reduce el contenido en oxígeno del sedimento; 9. El aporte de materia orgánica y partículas finas propiciadas por *Caulerpa* limitan el desarrollo de *Cymodocea nodosa*; 10. La expansión de *Caulerpa* contribuyó a la caída drástica de la pesca del mújol; 11. El aumento de la turbidez en zonas someras favorece a *Caulerpa*; 12. Los dragados y vertidos de arena producen enfangamiento, aumento de la materia orgánica y pérdida de calidad en las playas; 13. La sustitución de *Cymodocea* por *Caulerpa* altera el poblamiento de peces y reduce la diversidad; 14. En el Mar Menor, los espigones afectan al hidrodinamismo y las corrientes litorales, no impiden la erosión de la playa, favorecen la retención de algas, enfangamiento y el aumento de materia orgánica, perjudican el desarrollo de las comunidades esciáfilas en los balnearios y reducen la calidad de aguas; 15. Los balnearios tradicionales albergaban una elevada biodiversidad, con una comunidad de especies filtradoras que mantienen la calidad de aguas; 16. El Mar Menor ha perdido su estado oligotrófico y está inmerso en un proceso intenso de eutrofización; 17. La rambla del Albuñón ha sido una fuente de nutrientes, agua dulce y contaminantes, amenazando con romper la integridad y complejidad del Mar Menor de forma irreversible; 18. Las medusas no eran el problema, sino un síntoma y la respuesta homeostática del sistema para mantener su integridad; 19. La ciencia no es una varita mágica que elimina los problemas, simplemente aplica el método científico para responder a preguntas con unos márgenes de confianza; 20. Puedo escribir los versos más tristes esta noche./ Escribir, por ejemplo: “El Mar Menor agoniza,/ y pululan, inquietos, los especuladores, a lo lejos”. Petición desesperada: Solo podremos resolver la situación extrema a la que hemos llevado al Mar Menor y evitar su deterioro irreversible tomando conciencia del problema y coordinando a todas las administraciones y usuarios implicados para buscar las soluciones, utilizando el conocimiento como base para la toma de decisiones.

## **La Tabla Periódica: hacia un merecido reconocimiento**

Alberto Tárraga Tomás, 7 de octubre de 2017

A instancias de la Federación Rusa, el Comité Ejecutivo de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), organización científica que a nivel mundial se encarga de establecer normas para la denominación de compuestos químicos -orgánicos e inorgánicos-, así como protocolos para la estandarización en determinaciones de ensayos analíticos y clínicos y de la publicación de datos de gran valor para los científicos, va a proponer, ante la 202 sesión de la Asamblea General de la Unesco, a celebrar en este mes de octubre en París, la proclamación por Naciones Unidas del año 2019 como Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos, haciéndolo coincidir con el 150 aniversario de la publicación, en 1869, de la primera tabla periódica realizada por el químico ruso Dimitry I. Mendeleiev – reconocido como uno de los padres de la química moderna– y basándose en el hecho de que ésta constituye uno de los logros más significativos de la química y una herramienta única para predecir la aparición y propiedades de nuevos elementos sobre la tierra o en el resto del Universo.

Según consta en la propuesta remitida por este Comité, esta iniciativa supondría el reconocimiento del importante papel que esta ordenación de los elementos químicos ha jugado en el avance de la ciencia y la tecnología, en general, así como en la comprensión y sistematización de la Química, en particular, y que han resultado de importancia crucial para el desarrollo de la humanidad.

Este evento permitiría, además, conmemorar el primer centenario de la IUPAC, fundada en 1919, y contribuir así a mejorar la valoración social de la Química.

Así mismo, esta proclamación permitiría rendir homenaje a la estrecha cooperación científica internacional orientada al descubrimiento de nuevos elementos, como es el caso de los cuatro elementos Nihonio (Nh), Moscovio (Mc), Téneso (Ts) y Oganésón (Og), de vida muy breve y una alta radiactividad, admitidos por la IUPAC en 2016, con los que ha quedado completado el séptimo periodo de esta Tabla, tras la incorporación en 2011, del Flerovio (Fl) y Livermorio (Lv).

En este contexto, resulta importante subrayar que el pasado mes de junio la Facultad de Química (Universidad de Murcia), a instancias de su decano, Prof. P. Lozano, incorporó a su fachada los 118 elementos, identificados por sus símbolos, número atómico y masa atómica, que constituye un reconocimiento permanente a esta Tabla y que ha resultado ser la mayor de todas las construidas en el mundo.

## ***El cielo es azul***

José García de la Torre, 14 de octubre de 2017

Cosa bonita: mirar al cielo y notar cuán azul lo vemos en días despejados. Entre las cosas de Química Física que enseñé, hay una explicación, que dio Lord Rayleigh hace más de cien años. La luz, blanca, del sol, es una mezcla de todos los colores del arco iris, que se corresponden a las longitudes de onda a las que la retina es sensible, del rojo al azul/violeta, además de algunas otras que no vemos, infra y ultra. Recuerdo nítidamente lo que me explicaban mis profesores de bachillerato, aludiendo a como el prisma descompone los colores de la luz blanca, o cómo la atmósfera lo hace en el arco iris tras la lluvia.

Pero, con tiempo seco y cielo despejado, la atmósfera le juega a la luz del sol otra jugareta. Aparte de los diferentes índices de refracción de las distintas longitudes de onda, que las separan, hay otro efecto, que me explicaron poco después en la universidad. Y es que la atmósfera no está tan vacía como parece, sino que contiene moléculas del aire, partículas en suspensión, que reciben la luz directa del sol y la dispersan, desviándola en todas las direcciones, hacia nuestros ojos. Pero, ¡jojo!, no todas las longitudes de onda, no todos los colores son desviados por igual. Lo hacen muchísimo más intensamente con los colores de la zona del azul, y muchísimo menos con los próximos al rojo. Mirando al cielo, pero no directamente al sol, la luz que nos llega no viene directamente del sol, sino que es la luz dispersada por las moléculas y partículas de la atmósfera. Y, por lo antedicho éstas dispersan mucho más intensamente la componente azul de la luz, y es éste el color que percibimos.

Explicar el azul del cielo no es cosa para la que haya que recurrir a fenómenos sofisticados, de los que no estuviera informado un probo estudiante de Química hace cincuenta años. Y cuando explico el color del cielo a mis alumnos, me parece notar un espectro de impresiones: desde la sonrojante ignorancia acerca de lo que se está describiendo, a la casi ultravioleta suposición, no expresada, de que el profesor es un cuentista. No le parecería así a Lord Rayleigh. Y eso que quien primero se fijó en esa potencialidad de las minipartículas fue un tal Dr. Tyndall, un observador experimentalista. Claro, que para averiguar que esa capacidad de dispersar la luz era tan especialmente intensa para la componente azul, tuvo que aparecer un teórico, un sabio: John W. Strutt (Lord) Rayleigh. Y como académico que era, comunicó a la Real Academia de Ciencias del Reino Unido (Royal Society), en una famosa sesión académica, porque el cielo es azul. Un Lord de la Corona británica dedicado a la ciencia, y demostrando como ésta explica cosas cotidianas.

## ***Ni es cielo, ni es azul***

Félix M. Goñi Urcelay, 21 de octubre de 2017

La excelente columna del Prof. García de la Torre “El cielo es azul” (LA VERDAD, 14-10-2017) me ha traído a la memoria un curioso caso de presciencia o anticipación histórica. Me refiero al soneto, atribuido unas veces a Bartolomé Leonardo de Argensola (1562-1631), otras a su hermano Leonardo (1559-1613), titulado “A una mujer que se afeitaba [maquillaba] y estaba hermosa” que dice:

Yo os quiero confesar, don Juan, primero,  
que aquel blanco y color de doña Elvira  
no tiene de ella más, si bien se mira,  
que el haberle costado su dinero.

Pero tras eso confesaros quiero  
que es tanta la beldad de su mentira,  
que en vano a competir con ella aspira  
belleza igual de rostro verdadero.

Mas ¿qué mucho que yo perdido ande  
por un engaño tal, pues que sabemos  
que nos engaña así Naturaleza?

Porque ese cielo azul que todos vemos,  
ni es cielo ni es azul. ¡Lástima grande  
que no sea verdad tanta belleza!

Lo que me hace traer aquí a colación este bello e ingenioso soneto es, por supuesto, el último terceto. Que el cielo no sea en realidad un techo es algo que estaba al alcance de una persona culta de finales del siglo XVI, al fin y al cabo, Copérnico había publicado su obra en 1543, y no fue prohibida hasta 1616, y los Argensola no eran unos pueblerinos incultos. Pero, ¿qué decir de esa afirmación tajante de que “el cielo no es azul”? Newton (1642-1727), el primero que explicó la difracción de la luz y la descomposición de la luz blanca en los colores del arco iris, nació mucho más tarde de que los Argensola fallecieran. Y no digamos Rayleigh o Tyndall. Me parece exagerado decir aquí eso de que la naturaleza imita al arte, pero no deja de ser curioso comprobar, una vez más, que la intuición del artista puede anticipar el conocimiento científico. “Es una casualidad”, me dirá el racionalista. “O no”, le podrá responder el poeta. El autor de estas líneas es científico de profesión, y es el primero en reconocer la maravillosa capacidad del método científico para explicarnos el mundo en que vivimos. Pero, ¿es el único método de conocimiento? De eso no estoy tan seguro. ¿No progresó la humanidad desde sus primeros balbuceos hasta que se estableció y difundió el método científico, prácticamente en el siglo XVII? ¿Vamos a seguir creyendo que son “salvajes” o “primitivos” los pueblos que han evolucionado por vías distintas a las del mundo occidental? Y, sobre todo, ¿acaso son los sabios más felices que los ignorantes?

## ***La experiencia matemática de Einstein***

Ángel Ferrández Izquierdo, 28 de octubre de 2017

Las leyes de Newton nos dicen que si un objeto se mueve acelerado es porque una fuerza actúa sobre él. Según Feynman, la definición más precisa y hermosa de fuerza imaginable podría ser simplemente decir que la fuerza es la masa de un objeto multiplicado por la aceleración. La idea clave de la relatividad general de Einstein es que la gravedad no es una fuerza en ese sentido, sino más bien una propiedad de la geometría del espaciotiempo tetradimensional. Imaginando una superficie donde no existen fuerzas que actúan entre las partículas existentes, entonces ambas mecánicas, la clásica y la de la relatividad especial de Einstein, están de acuerdo y las partículas se mueven siguiendo trayectorias “tan rectas como sea posible”, con velocidad constante, de manera que, si al principio seguían rectas paralelas, estarían condenadas a mantenerse siempre paralelas.

En sentido clásico, la pérdida de tal paralelismo estaría motivada por la existencia de una fuerza que provocaría la aceleración de las partículas y las obligaría a seguir trayectorias curvadas, ya para converger, ya para divergir. En el primer caso Newton nos dirá que ambos caminos se cortan en un punto porque allí se encuentra un objeto muy masivo que ha atraído a dichas partículas. Einstein, atormentado, pero con las ideas muy claras, recurrió a su amigo Marcel Grossmann, matemático, para empaparse de los tensores y conexiones estudiados por Christoffel, Ricci y Levi-Civita, y de la teoría geométrica desarrollada por Riemann.

Einstein formuló su teoría general en noviembre de 1915 y siete años después, en una conferencia en la Academia Prusiana de Ciencias, el 27 de enero de 1921, titulada *Geometría y experiencia*, exponía sus opiniones sobre las herramientas matemáticas que permitieron culminar su excepcional trabajo. Comenzaba de esta manera: “Una de las razones por las que la Matemática goza de una estima especial, sobre las otras ciencias, es que sus proposiciones son absolutamente ciertas e indiscutibles, mientras que las de todas las demás ciencias son en alguna medida discutibles y en constante peligro de ser revocadas por hechos recién descubiertos. A pesar de ello, el profesional de cualquier otra Ciencia nada tendría que envidiar al matemático si las proposiciones de la Matemática se refieren a objetos de nuestra mera imaginación y no a objetos de la realidad. Hay otra razón para la alta reputación de la Matemática, ya que es ella la que da a las ciencias naturales una cierta medida de certeza, que sin la Matemática no podrían alcanzar”.

## ***Dicotomías o la necesidad de clasificar***

Angel Pérez-Ruzafa, 4 de noviembre de 2017

La mente humana tiene problemas con los continuos. Nuestro cerebro se ha desarrollado evolutivamente para detectar patrones y regularidades en un entorno aparentemente caótico y, de este modo, poder anticipar los acontecimientos y evitar problemas. Ello implica ordenar y clasificar la información. La consecuencia es que nos resulta difícil comprender los procesos si previamente no los encuadramos en un organigrama tan sencillo como sea posible, lo que lleva a clasificaciones dicotómicas. Un niño, para seguir un encuentro deportivo suele preguntar al padre, ¿y tú con quién vas?, y no comprende la trama de una película si no tiene claro quiénes son los buenos y los malos. Los guionistas suelen facilitarnos el trabajo poniéndonos pistas, a veces demasiado evidentes. Lógicamente, las sutilezas y la difusión de los límites entre los caracteres aumentan a medida que el producto se destina a cerebros más entrenados, pero la aceptación de planteamientos simples, con los papeles bien definidos, desde la ficción a los debates políticos, pasando por el deporte, sigue siendo abrumadoramente mayoritaria.

En la naturaleza las cosas nunca son tan sencillas. Vivimos en un universo y en un espacio-tiempo continuo, pero con grumos. La energía, la materia, la información, los genes, fluyen en todas direcciones, pero podemos encontrar discontinuidades en las que aparecen restricciones, a veces sutiles, a dicho flujo. Esas discontinuidades se expresan a distintas escalas espacio-temporales que también muestran una jerarquía. En dichas discontinuidades nuestra mente dibuja los límites de su clasificación y, de este modo, delimitamos razas, especies, poblaciones, comunidades o biocenosis, ecosistemas, biomas... y también unidades familiares, comunidades de vecinos, barrios, ciudades, comunidades autónomas, países o culturas. En cada nivel, los flujos e intercambios son mayores internamente, entre componentes del mismo subgrupo, que con otros grupos adyacentes, aunque dichos intercambios también existan de manera más o menos evidente. Para definir especies, más allá de las semejanzas o diferencias morfológicas, mediremos el flujo genético existente entre los individuos, poblaciones o razas y otras posibles especies; para las poblaciones también dicho flujo, en forma de intercambio de individuos que migran entre una y otra; para las comunidades analizaremos los flujos de materia y energía a través de las relaciones tróficas; en las agrupaciones humanas lo mediremos en términos de interacciones sociales, intercambios culturales y de información, transacciones económicas y comerciales. La cuestión es, tanto al estudiar un ecosistema o un proceso ambiental como a la hora de afrontar una problemática social, ¿cuál es el límite más relevante o más adecuado para abordar el problema planteado?

## ***Metales preciosos para la vida***

Miguel Ángel de la Rosa, 11 de noviembre de 2017

De los más de cien elementos que componen la Tabla Periódica de elementos químicos, apenas un puñado se encuentra en los seres vivos. Tan solo seis son los elementos mayoritarios en las células, a saber: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. Pero hay otros bioelementos, la mayoría de carácter metálico, mucho menos abundantes, pero asimismo esenciales. Entre ellos destacan el hierro y el cobre, que se encuentran formando parte de una enorme diversidad de proteínas responsables de infinidad de procesos metabólicos, como son la respiración animal o la fotosíntesis vegetal. De hecho, las metaloproteínas llegan a constituir un tercio del total de proteínas celulares.

El hierro y el cobre no siempre han estado igualmente accesibles en el planeta a los seres vivos. En la atmósfera primitiva, de carácter reductor, el hierro estaba mucho más disponible que el cobre, ya que el hierro reducido es soluble en tanto el cobre reducido precipita. A medida que la atmósfera fue tornándose oxidante, el hierro empezó a escasear y el cobre a hacerse disponible. Así, cuando el hierro era más abundante, los primeros organismos fotosintéticos aprendieron a utilizar ferroproteínas para transportar electrones y empezaron a sustituirlos por proteínas con cobre cuando éste se hizo más accesible. La evolución biológica, pues, ha venido gobernada por la geoquímica cambiante.

Muchas proteínas con hierro son multifuncionales, como el citocromo c mitocondrial, que transporta electrones en la cadena respiratoria en condiciones homeostáticas, pero sale al citoplasma cuando la célula se dispone a morir. El citocromo c extramitocondrial juega entonces un doble papel al inducir la muerte celular, no solo disparando las rutas de degradación, como está bien establecido, sino también bloqueando las rutas de supervivencia, lo que es un concepto original y relevante. Esta nueva visión del equilibrio metabólico entre la vida y la muerte controlado por una ferroproteína podría ejemplificarse como sigue: Mientras los operarios están desmantelando una casa de manera ordenada para reutilizar muebles, puertas y ventanas, no tiene sentido que otros operarios estén instalando nuevos muebles, puertas y ventanas. De manera similar, mientras las enzimas hidrolíticas están desestructurando la célula, no tiene sentido que las rutas metabólicas normales (replicación del DNA, síntesis de proteínas, etc.) sigan fabricando nuevos componentes.

El hierro y el cobre –y otros menos abundantes– son metales preciosos para la vida. No tienen el valor del oro, la plata o el platino, pero son elementos clave en el funcionamiento celular.

## ***Un paseo por la ciencia entre epitafios y tumbas (I)***

Rafael García Molina, 18 de noviembre de 2017

Recientemente se han celebrado las festividades de Todos los Santos y de las Ánimas (1 y 2 de noviembre, respectivamente), que poco a poco están siendo reemplazadas por Halloween (banal, comercial y carente de sentido por estas tierras). Durante esos días es habitual acercarse a los cementerios para recordar a las personas queridas y, paseando por los camposantos, curiosear entre lápidas y mausoleos. Los epitafios de quienes están enterrados nos dicen mucho sobre los fallecidos.

En las tumbas de científicos también encontramos epitafios que hacen referencia a su vida y/o logros científicos. Un paseo entre estos documentos lapidarios nos acercará (de una forma poco habitual, ciertamente) a la obra de algunos científicos.

Cicerón cuenta que la tumba de Arquímedes (III aC) tenía grabado un cilindro circunscrito a una esfera, pues el científico de Siracusa había demostrado que el volumen de una esfera era igual a las dos terceras partes del volumen del cilindro circunscrito.

Una antología griega de problemas matemáticos recoge que en la tumba de Diofanto (III dC) aparecía un problema para obtener la edad a la que falleció. Dice así (en versión libre): “Transeúnte, esta es la tumba de Diofanto. Los números pueden mostrar la duración de su vida. Su niñez ocupó la sexta parte de su existencia; después, durante la doceava parte de su vida, sus mejillas se cubrieron de vello. Pasó aún una séptima parte de su vida antes de tomar esposa y, cinco años después, tuvo un hermoso niño que, tras llegar a la mitad de la edad que alcanzaría su padre, pereció de una muerte desgraciada. Su padre le sobrevivió, llorándole, durante cuatro años. De todo esto se deduce su edad”. Dejamos que el lector curioso resuelva el ejercicio.

En la tumba del físico y matemático suizo Jacques Bernoulli (1654-1705) está grabada la espiral de Arquímedes (debido a un error, pues debería aparecer una espiral logarítmica) rodeada por las palabras “*Eadem mutata resurgo*” (“Aunque cambiado, resurgiré”), que hacen referencia a las propiedades de la espiral.

Concluye este paseo entre lápidas y tumbas con el ampuloso epitafio de Isaac Newton (1642 - 1727): “Aquí descansa Sir Isaac Newton, Caballero que con fuerza mental casi divina demostró el primero, con su resplandeciente matemática, los movimientos y figuras de los planetas, los senderos de los cometas y el flujo y reflujo del Océano. Investigó cuidadosamente las diferentes refrangibilidades de los rayos de luz y las propiedades de los colores originados por aquellos. Intérprete, laborioso, sagaz y fiel de la Naturaleza, Antigüedad, y de la Santa Escritura, defendió en su Filosofía la Majestad del Todopoderoso y manifestó en su conducta la sencillez del Evangelio. Dad las gracias, mortales, al que ha existido así y tan grandemente como adorno de la raza humana”.

## ***Un paseo por la ciencia entre epitafios y tumbas (y II)***

Rafael García Molina, 25 de noviembre de 2017

Continuamos nuestro recorrido entre tumbas de científicos (esta vez más próximos en el tiempo), para ver cómo una fría lápida consigue evocar sus logros reproduciendo una ecuación que los hizo famosos. Si en la columna anterior, la “gracia” residía en el texto que había escrito en las lápidas, seguidamente presentaremos epitafios donde el mensaje aparece condensado en una simple fórmula.

En la tumba de Ludwig Boltzmann (1844-1906) está grabada la ecuación  $S=k \cdot \log W$ , que propuso para relacionar la entropía  $S$  de un sistema con el número de posibles estados  $W$  de sus partículas constituyentes;  $k$  es la constante de Boltzmann. El logaritmo neperiano se representaba por “log” cuando se realizó la tumba.

Al pie de la tumba de quien puede considerarse el padre de la física cuántica, Max Planck (1858-1947), aparece una simple letra seguida de unos números. Se trata de la constante que lleva su nombre:  $h=6.62 \cdot 10^{-34} \text{ W} \cdot \text{s}^2$ , y que se ha convertido en todo un icono cuando el trazo vertical de la  $h$  aparece cruzado por una barra ligeramente inclinada.

La tumba de Erwin Schrödinger (1887-1961) contiene la ecuación emblemática de la mecánica cuántica, conocida por el nombre de quien la concibió.

La tumba de Max Born (1882-1970) también es parca, pues tan solo muestra la ecuación  $pq-qp=h/2\pi i$ , representando la ley de conmutación entre los operadores de posición y momento, la cual constituye la seña de identidad del álgebra cuántica.

En el suelo de la abadía de Westminster hay una placa conmemorativa en la cual se honra a Paul Dirac (1902-1984), aunque no es su tumba; tiene escrita la palabra “físico” y la versión relativista de la ecuación de ondas de la mecánica cuántica.

Otto Hahn (1879-1968) interpretó correctamente que la desintegración del uranio se producía al absorber un neutrón; por ello, al pie de su tumba aparece grabada la reacción nuclear  $^{92}\text{U}+^0_0\text{n}$ .

Como respuesta al problema de los neutrinos solares, Bruno Pontecorvo (1913-1993) propuso la oscilación de neutrinos, donde los neutrinos electrónicos se transforman en neutrinos muónicos. Sobre su tumba se realza la diferencia entre ambos.

Finalizamos con las frases con las que se despidieron de este mundo dos grandes científicos. No están exentas de humor. Antes de morir, Richard P. Feynman (1918-1988) le dijo a su mujer: “Odiaría morir dos veces. Es tan aburrido”. Dadas las características del personaje, es muy probable que la tuviera preparada. El epitafio del matemático Paul Erdős (1913-1996) dice: “Por fin ya no me vuelvo más y más estúpido”.

## ***Otra geometría es posible***

Luis J. Alías Linares, 2 de diciembre de 2017

La geometría (del griego, *geo*=tierra y *metría*=medida) es la parte de la matemática que se ocupa del estudio de las propiedades métricas de las figuras en el plano o en el espacio. Desde los tiempos de Euclides (siglo III a.C.), y durante casi dos mil años, se habían estudiado las propiedades geométricas de las figuras planas y espaciales, pero siempre dando por hecho que se encuentran contenidas en el espacio ambiente. Sin embargo, desde el punto de vista intrínseco la presencia de dicho espacio ambiente es innecesaria y es sólo una imposición de nuestra propia naturaleza física. El punto crucial aquí fue la observación hecha por Gauss (1777-1855) en 1827 de que la geometría intrínseca de una superficie depende única y exclusivamente de la manera de medir en la superficie.

El descubrimiento de Gauss implicaba, entre otras cosas, que sería posible imaginar una geometría, al menos en dimensión dos, sin necesidad de depender del espacio ambiente euclídeo. Sin embargo, Gauss no disponía de las herramientas matemáticas necesarias para desarrollar sus ideas, y sería su estudiante Riemann (1826-1866) quién lo hiciera en su famosa tesis de habilitación, presentada en la Universidad de Gotinga en 1854. Utilizando un lenguaje intuitivo y sin demostraciones, en su célebre memoria Riemann introdujo lo que hoy llamamos una variedad diferenciable y asoció a cada punto de la variedad una forma cuadrática fundamental, esto es, una manera de medir, generalizando entonces la idea de curvatura a esta nueva situación. Riemann estableció la manera correcta de extender a dimensiones arbitrarias la geometría que Gauss había desarrollado para superficies de dimensión dos, marcando el nacimiento de la geometría riemanniana.

Posteriormente, y bajo el ímpetu de la teoría de la relatividad de Einstein, en 1915, apareció una nueva generalización al considerar la posibilidad de métricas lorentzianas. La teoría de la relatividad de Einstein se fundamenta en el hecho de que el universo se modela en términos de una variedad de dimensión cuatro, llamada espaciotiempo, en la que tenemos tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal que interactúan entre sí. La curvatura del espaciotiempo se interpreta entonces en términos de la gravedad y las ecuaciones que describen la relación entre la gravedad y la curvatura son las llamadas ecuaciones de campo de Einstein. De una manera intuitiva, dichas ecuaciones reflejan el hecho de que una masa en el espacio produce una deformación del espacio que lo curva.

## **J.M. López Nicolás en la Academia**

Francisco García Carmona, 9 de diciembre de 2017

La Academia de Ciencias de la Región de Murcia tiene entre sus fines la difusión de la Ciencia y sus aplicaciones (Artículo 1 de su Decreto de creación, año 2001). Esta finalidad tiene un exponente en la colaboración entre la Academia y el diario La Verdad con el nacimiento de la Columna de la Academia el 7 de septiembre 2002, que sigue saliendo todos los fines de semana al encuentro con los lectores con un tema relacionado con la ciencia.

El lunes próximo 11 de diciembre, la Academia organiza una conferencia de divulgación científica y, qué mejor conferenciante que el Dr. José Manuel López Nicolás, profesor de Bioquímica y Biología Molecular y coordinador de la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Murcia.

Jose, para los amigos, es un brillante investigador con más de 100 publicaciones en revistas científicas de alto impacto. En el año 2011 inició una aventura en el campo de la divulgación científica con la creación del blog Scientia, donde trata temas sobre alimentos funcionales, etiquetado de alimentos, aditivos alimentarios, alimentación y salud, homeopatía, quimiofobia, cosmética, publicidad en alimentación, etc. con un lenguaje fácilmente comprensible para sus lectores sin perder rigor científico. Este blog ha conseguido todos los premios posibles: Tesla en 2012, Bitácoras en 2013, 20blogs en 2014, ASEBIO a la divulgación científica de la Biotecnología en 2014, a la mejor web La Verdad 2015, en 2016 ASEBIO le ha concedido el premio especial del jurado a toda su trayectoria divulgativa y ha sido nombrado Socio de Honor ENAE Business School 2017.

Además, asiduamente participa en radio, televisión como en el espacio de “Ciencia en la cocina” en el programa Orbita Laika de TVE o en el nuevo programa “Dame veneno” de movistar +, y en prensa, con su quincenal colaboración en el Diario La Verdad. Ha publicado varios libros de divulgación, como son: “Nuevos alimentos para el siglo XXI” (2004), “Vamos a comprar mentiras” (2016) —ya en su 7ª Edición— y “Reacciones cotidianas. La química en el día a día” publicada por El País (2016) en la colección Descubrir la ciencia.

Es socio fundador y primer presidente de la Asociación de Divulgación Científica de la Región de Murcia.

Esta actividad se complementa con conferencias a lo largo y ancho de geografía española para atender peticiones de universidades, institutos, museos científicos, congresos específicos de divulgación científica o de nutrición etc.

El día 11 en el Aula de Cultura de Cajamurcia a las 19.30 podremos asistir a su conferencia titulada “Ciencia, divulgación y vida”.

## **Big Data y Medicina**

Vicente Vicente García, 16 de diciembre de 2017

Desde hace unos años asistimos a la era del Big Data. El término Big Data define la capacidad de asumir, examinar, procesar y aportar información tras analizar una cantidad ingente de datos. Es un concepto que sobrepasa la capacidad de grandes aplicaciones informáticas que venimos utilizando en el procesamiento de datos. Esas herramientas se han quedado limitadas y son insuficientes para conseguir el objetivo que plantea la nueva era. Las tecnologías basadas en Big Data ya han comenzado la revolución de forma muy notable en muchas de nuestras actividades profesionales y también en nuestra vida cotidiana.

¿Cómo afectará el Big Data a la medicina? No hay duda que la aplicación de Big Data tiene un inmejorable campo de aplicación en el mundo de la salud. En la medicina de nuestros días es ya una realidad la necesidad de integrar multitud de datos epidemiológicos, clínicos, de laboratorio, estudios genómicos, de respuesta a diferentes fármacos, etc. La “genómica personalizada”, que pronto se generalizará ya que puede ayudar a predecir la aparición de determinadas enfermedades y la elección de tratamientos más apropiados, requerirá la combinación y análisis de ingentes cantidades de datos clínicos y moleculares. El estudio de esos datos obtenidos en cientos de miles de individuos, aportarán un importante conocimiento en aspectos preventivos, diagnósticos, clínicos, terapéuticos y pronósticos de las enfermedades. Ya contamos con algunos ejemplos, que sin duda son incipientes para lo que se espera que aporte Big Data. En el hospital Mount Sinai de Nueva York estudiaron la información genética de 600.000 individuos sanos. Encontraron 13 personas con mutaciones que deberían haberles causado enfermedades congénitas, sin embargo, esas personas están sanas y no han sufrido ninguna enfermedad. Otro claro ejemplo es el del analgésico Vioxx, que tras integrar el análisis de más de un millón de pacientes que tomaban ese fármaco se pudo encontrar el efecto nocivo cardiovascular que podía ocasionar. Si planteamos la integración de los datos de la multitud de dispositivos ya disponibles que almacenan y recopilan datos biométricos a lo largo del tiempo, como oxígeno, glucemia, pulso, calorías, etc., y los combinamos con otros clínico-biológicos, las posibilidades de generar conocimiento que impacte en salud serán elevadas.

En enero de 2017 se inició el proyecto Harmony, dotado de cuarenta millones de euros, liderado por dos hematólogos españoles y donde participan siete multinacionales farmacéuticas y 65 organizaciones internacionales. Su objetivo es incorporar datos clínicos, biológicos y genómicos de miles de casos de pacientes diagnosticados de leucemia, mieloma o linfoma, para conseguir una información que seguramente será de enorme utilidad clínica. La era Big Data se encuentra en sus inicios, tiene numerosos retos por resolver, pero ya ha iniciado su camino.



## **Mundo irreversible**

Alberto Requena Rodríguez, 6 de enero de 2018

Todo cuanto nos rodea nos lo dice. Es una experiencia vital. Cae algo y se hace añicos. Nunca a partir de los añicos, vuelve a tomar la forma original por sí solo. Freímos una salchicha hasta que las reacciones de Maillard pardeen, no enzimáticamente, la superficie y se generan los compuestos aromáticos y el buen aspecto de ese tostado que las hace apetecibles. Pero nunca, nadie ha contemplado que por sí solo se deshagan las citadas reacciones y el proceso se invierta para retornar al producto original. El envejecimiento corre la misma suerte. Todo parece indicar que obedece a una flecha inexorable que la Naturaleza impone a todos los procesos que alberga.

Las Ciencias de La Naturaleza estudian y tratan de comprender ésta. La formulación de leyes intenta identificar los principios que operan y que justifican el comportamiento de todos los componentes de aquélla y los procesos en los que se ven involucrados. Es bien conocido que la energía del mundo es constante, mientras que la entropía tiende a un máximo. La entropía mide cuanto detalle microscópico se pierde al pasar desde la descripción atómica a la termodinámica. Energía y entropía deciden qué procesos son posibles en la Naturaleza. Dada la íntima relación entre energía (calor) y entropía, ésta debe relacionarse con la dinámica microscópica. Como evidenció Boltzmann para un sistema aislado, la entropía de un macroestado es una medida del número de microestados accesibles. La hipótesis de igualdad de probabilidades implica que en un sistema aislado no hay preferencia para encontrarse en un microestado u otro. Así pues, la evolución mecánica lleva de unos estados a otros, entre los accesibles, sin predilección por ninguno de ellos.

La cuestión de fondo es la aparente contradicción entre la reversibilidad mecánica y la irreversibilidad termodinámica. En la esfera mecánica hay simetría en el tiempo. Pasado y futuro están contenidos en las leyes de la mecánica. En cambio, la entropía solamente puede aumentar. Lo que supone que inicialmente los sistemas se encuentran en estados de baja entropía. Y así debió ser en el Big Bang. Si la película de evolución de la difusión de un líquido en otro, la pasamos al revés, podemos reconstruir la situación de partida. Las leyes de la Mecánica no lo impiden, son simétricas. La Termodinámica es asimétrica, dado que aquí la evolución depende del estado inicial del que parte. No es cuestión de las leyes, sino de las condiciones iniciales. Como diría Max Born: *“La irreversibilidad es, por tanto, consecuencia de la introducción explícita de la ignorancia en las leyes fundamentales”*. No es imposible que sea reversible, sino solamente improbable.

## ***La enfermedad de Alzheimer: curar, prevenir, retrasar***

Jesús Ávila de Grado, 13 de enero de 2018

Envejecer es un factor de riesgo para las tres enfermedades más prevalentes en nuestra sociedad: el cáncer, los problemas cardiovasculares y los procesos neurodegenerativos. Mientras la tendencia para las dos primeras es no aumentar, e incluso, en algunos casos, disminuir, en el caso de los procesos neurodegenerativos el aumento en el número de pacientes es notorio.

Entre los procesos neurodegenerativos, el más extendido es la enfermedad de Alzheimer (EA), un proceso que, clínicamente, comienza con un deterioro cognitivo y de pérdida de memoria y que, posteriormente, da lugar a demencia.

Existen dos tipos de EA, la de origen familiar o hereditaria, y la de origen esporádico. La primera da lugar a la aparición temprana (presenil) de la demencia y es muy poco prevalente, mientras que la segunda es una demencia senil y es la responsable del 99% de los casos de la enfermedad.

Actualmente, la enfermedad se trata paliativamente, pues no hay un medicamento que facilite su cura. Por ello, se busca cómo prevenirla o, al menos, cómo retrasarla. Es por ello por lo que se está investigando para reducir su incidencia.

Por una parte, se han, y se están desarrollando sistemas modelo animales con objeto de conocer cómo se produce, a nivel molecular, el deterioro de neuronas que pueden dar lugar al deterioro cognitivo que se produce en los pacientes. Estos animales (generalmente ratones) pueden ser utilizados como dianas para ensayar posibles fármacos antes de desarrollar, ensayos clínicos en seres humanos.

Por otra parte, a nivel clínico-epidemiológico, se están estudiando posibles factores de riesgo que puedan ser modificables y que, al ser modificados, puedan retrasar la aparición de la enfermedad.

Adicionalmente, se comentará cómo buscar posibles terapias para aquellos factores, causantes de la enfermedad, que todavía no podemos modificar, como son algunos de origen genético, o el envejecimiento.

Las posibles vías futuras de investigación serán comentadas en la parte final de la charla, esperando que los participantes, una vez informados, pregunten sobre aspectos que hayan quedado menos claro.

\*Nota de la Academia: Estas ideas se desarrollarán en la conferencia que tendrá lugar el próximo miércoles 17 de enero de 2018 a las 19:30 en el Aula de Cultura de Cajamurcia, Gran Vía Escultor Salzillo de Murcia, con entrada libre.

## ***Sobre la enfermedad celíaca (I)***

Cecilio J. Vidal Moreno, 20 de enero de 2018

Los celíacos sufren episodios de dolor abdominal, diarrea y náuseas. La causa de estos trastornos es el consumo de alimentos elaborados con cereales que llevan gluten (trigo, cebada, avena). Pero ¿es la alergia al gluten el origen de la celiaquía? No, en las alergias los alimentos no tolerados disparan respuestas inmunes adaptativas con efectos dañinos. En los celíacos, en cambio, los trastornos proceden de respuestas inmunes anómalas, que usan señales y rutas tanto de la inmunidad innata como adaptativa. En el celíaco, la suma de señales y respuestas dispara la producción de anticuerpos contra el gluten, pero también contra proteínas del intestino. ¿Es genético el origen de la celiaquía? La enfermedad tiene un fuerte componente genético; un 20% de familiares en primer grado padecen la enfermedad; 80% de los gemelos monocigóticos y un 10% de los dicigóticos también. Un 25-30% de la población europea tiene predisposición genética a la celiaquía, pero sólo un 4% desarrollará la enfermedad a lo largo de su vida. La discrepancia se explica porque la celiaquía emana de factores genéticos, inmunes y ambientales. La celiaquía se incluye entre las enfermedades autoinmunes, aquéllas en las que el daño deriva de la producción de autoanticuerpos que atacan a los propios tejidos. La susceptibilidad genética de los celíacos reside en los genes para los antígenos de leucocitos humanos (HLA), conocidos como HLA-DQ2 y HLA-DQ8. Versiones de esas proteínas son responsables de la unión de antígenos a las células inmunes. Las anomalías en HLA-DQ2 y HLA-DQ8 son necesarias, pero no suficientes para que se desarrolle la celiaquía. Pero ¿por qué el gluten activa a las células inmunes? En el intestino, la proteína del gluten gliadina genera fragmentos que, tras la acción de una enzima, se fijan y activan a las células presentadoras de antígenos mediante proteínas de la clase HLA-DQ2 y HLA-DQ8. Los leucocitos así activados envían señales a otros tipos de células inmunes. Al final, un grupo de células B crea anticuerpos y otro grupo de células T produce citoquinas, que son unos mensajeros químicos que avisan a las células inmunes de la presencia de agentes extraños. La reacción inmune, exacerbada en los celíacos, lleva a la sobreproducción de citoquinas, a la inflamación del intestino, y finalmente, a la atrofia de las vellosidades intestinales. Otro día les hablaré del probable papel de la flora intestinal en el desarrollo de la celiaquía (y en su eventual protección).

## ***Sobre la enfermedad celíaca (II)***

Cecilio J. Vidal Moreno, 27 de enero de 2018

Para un celíaco, cada día representa un desafío para escoger alimentos y preparar comidas libres de gluten. El problema se reduce o desaparece con dietas sin gluten, pero el asunto no termina aquí. Un celíaco tiene mayor riesgo de padecer otras patologías, como diabetes, infertilidad, hipotiroidismo.... La curación de los pacientes pasa por aclarar el origen de la celiaquía: 1) un fallo genético 'interno'; o 2) una sucesión de fallos desencadenada por factores externos. La sangre extraída de personas en 1950 y la sangre de personas de género y edad parecida, pero extraída desde 1995 revelaron que, respecto al total de muestras, el número de celíacos había aumentado del 0.2% al 1%, o sea 5 veces en 15 años. Dicho aumento en tan poco tiempo muestra que en la celiaquía intervienen factores genéticos (en el ADN) y no genéticos. Lo demuestra el hecho de que entre los pueblos del norte de la India, los que toman alimentos elaborados con trigo, la cantidad de celíacos se acerca al 1%, una cifra mucho mayor que la de sus vecinos que consumen sobre todo arroz. Parece pues que la ingesta continuada de alimentos con gluten favorece la manifestación de la celiaquía; todavía más, puede que la cantidad de pan en la dieta sea otro factor a considerar. Las personas diagnosticadas como potenciales celíacos suelen presentar fallos en uno o dos genes para las proteínas HLA-DQ. Los fallos afectan al 40% de la población mundial, los cuales tendrán propensión a la enfermedad. Pese a tan elevado porcentaje, lo cierto es que tan sólo un 1% de la población sufre celiaquía. Entonces ¿por qué ciertas personas susceptibles sufren la enfermedad y otras, también susceptibles, se libran de ella? Las proteínas HLA-DQ residen en la membrana de las células T presentadoras de antígenos. En la membrana, HLA-DQ actúa como un receptor que regula las actividades de las células T, entre ellas su capacidad para distinguir entre las proteínas propias y las ajenas al propio cuerpo. Si el fallo en HLA-DQ no implica celiaquía necesariamente ¿qué otro(s) factor(es) lo hacen? A la contribución de factores genéticos e inmunes hay que sumar los factores ambientales. Las propuestas son muchas y variadas, pero será otro día cuando les comente los beneficios de la lactancia materna en niños susceptibles al gluten y el papel que desempeña la flora intestinal en la prevención (o el desarrollo) de la celiaquía.

## ***Sobre la enfermedad celíaca (III)***

Cecilio J. Vidal Moreno, 3 de febrero de 2018

La celiaquía emana de la confluencia de factores genéticos, inmunes y ambientales, pero ¿de qué factores ambientales? Casi seguro que la ingesta prolongada de alimentos con gluten favorece la celiaquía. Lo prueba el número creciente de celíacos en países de Asia que abrazaron la alimentación occidental (fast-food) en contra de la tradicional. Pero desde 1950, los nuevos hábitos alimentarios han modificado la naturaleza de la flora intestinal. El intestino humano alberga una población numerosa de microorganismos (la flora intestinal o microbiota), que en conjunto aportan un elevado número de genes (el microbioma). El microbioma es único para cada persona y parecido entre los miembros de una familia. La población microbiana de nuestro intestino será diferente de la de nuestros ancestros y responderá de modo distinto a los alimentos con gluten. El uso (y abuso) de antibióticos habrá afectado a la composición y número de organismos del intestino y, aunque el interés por la flora intestinal es reciente, se sabe que el microbioma es dinámico, cambiante con la edad y la dieta, y distinto en el intestino sano y patológico. La interrelación dieta-flora microbiana repercute en la digestión, la absorción de nutrientes y el metabolismo. Puede, incluso, que la comunicación flora, dieta y sistema inmune contribuya a la obesidad, inflamación intestinal y celiaquía. Los pocos estudios realizados hasta ahora revelan diferencias entre la flora intestinal de personas sanas y celíacas, entre niños nacidos por vía vaginal o por cesárea, y entre los niños alimentados con leche materna y los que no. Si la alimentación materna puede proteger de la celiaquía, tal vez haya bacterias que protejan de la celiaquía y otras que la favorezcan. Todavía no se sabe con certeza si las diferencias observadas entre personas sanas y celíacas en la flora intestinal son causa o efecto de la celiaquía, pero lo cierto es que si los celíacos dejan de ingerir alimentos sin gluten dichas diferencias persisten. Todas estas observaciones sugieren que la flora intestinal es uno de los factores (pero no el único) que favorece la celiaquía. Muchas preguntas quedan por aclarar sobre la celiaquía en los ámbitos de la genética y epigenética, la inmunología, las acciones de la inmunidad innata y la adaptativa, el papel de las bacterias comensales y patogénicas, la influencia de los probióticos, las condiciones del medioambiente...etc. Las respuestas darán paso a nuevas estrategias terapéuticas para suprimir o mejorar el estado de los celíacos.

## ***Hacia una agricultura sostenible***

M<sup>a</sup> Ángeles Pedreño García, 10 de febrero de 2018

Según los expertos, para contribuir a un progreso mucho más adecuado del sector agrario respecto al nuevo escenario climático es necesario impulsar una agricultura sostenible, que favorezca la mejora de la gestión de los recursos naturales, disminuya el consumo de agua, ayude a conservar la biodiversidad y proteger el equilibrio de los ecosistemas, a la vez que fomente desarrollo rural mucho más armónico con el entorno. Por ello, *la agricultura de conservación* es un sistema de producción agrícola sostenible que comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales mediante un manejo integrado de prácticas agrarias adaptadas a las condiciones locales de cada región y a las exigencias del cultivo. Estas prácticas, además de contribuir al buen uso del agua y del aire, se dirigen principalmente hacia la conservación de un recurso que no es renovable, el suelo, evitando su erosión y degradación mediante la reducción del laboreo, la rotación de cultivos, y la utilización de los restos vegetales de las cosechas, como medio natural de protección y fertilización de los suelos, consiguiendo aumentar sus niveles de materia orgánica, y mejorando así la productividad de los cultivos. Sin embargo, *la agricultura de conservación* no prohíbe el uso de insumos agrícolas químicos, aunque la tendencia en los últimos años se ha dirigido hacia una disminución del uso de los mismos. Nuestro grupo de investigación está desarrollando proyectos orientados hacia el incremento de la productividad de las cosechas, mitigando el efecto producido por estreses bióticos o abióticos, mediante la formulación de productos que contienen extractos vegetales obtenidos mediante procedimientos respetuosos con el medio ambiente. Estos productos se están utilizando en el campo para incrementar las defensas en las semillas (efecto *priming*) y/o para actuar como *bioplaguicidas* y así, mitigar las posibles pérdidas de productividad de las cosechas, generadas por la presencia de estreses bióticos como los hongos o abióticos como las altas concentraciones de sal en los campos de cultivo. Estos procedimientos junto con otras alternativas, podrían plantearse como soluciones que garantizan la protección del medio ambiente y de la biodiversidad atendiendo a su vez, las necesidades alimentarias de la población actual sin comprometer a las generaciones futuras y mejorando las oportunidades económicas y sociales del mundo rural.

## ***Los inesperados efectos de una bacteria***

Mariano Gacto Fernández, 17 de febrero de 2018

Las rickettsias son bacterias parásitas que suelen crecer dentro de células originando enfermedades infecciosas graves, como el tifus. A este grupo pertenece también una curiosa bacteria, llamada *Wolbachia*, sin acción sobre el Hombre, pero cuya presencia en insectos y otros invertebrados puede conducir a la feminización de las poblaciones por inducir la conversión de machos en hembras. Es decir, se trata de una bacteria que favorece la desigualdad de géneros con clara desventaja en este caso para los machos. La igualdad de géneros es un objetivo actual de la civilización humana, pero la naturaleza parece empeñarse a veces en lo contrario.

Para entender la situación hay que considerar que entre las avispas es frecuente la partenogénesis, es decir, el desarrollo de huevos sin fecundar. Los machos se producen normalmente por partenogénesis, y por tanto sus células contienen solamente un juego de cromosomas a partir de huevos no fertilizados. Por el contrario, las hembras surgen de huevos fecundados que contienen dos juegos de cromosomas. Cuando *Wolbachia* coloniza hembras, la bacteria se transmite verticalmente a su descendencia por los huevos infectados. Sin embargo, estos huevos no fertilizados e infectados con *Wolbachia* dan lugar a hembras diploides en vez de a machos haploides porque la bacteria induce por sí misma la replicación de los cromosomas del óvulo hospedador originando así hembras partenogenéticas. Como sería de esperar, este proceso se evita suministrando a las avispas infectadas antibióticos que eliminan *Wolbachia*. En otros insectos, la bacteria daña las glándulas productoras de hormonas masculinas favoreciendo el predominio de hembras o bien la infección mata directamente a los machos pero no a las hembras. En concreto, la infección artificial de mosquitos puede controlar los vectores responsables de la transmisión de importantes enfermedades epidémicas.

Además de influenciar los ciclos reproductivos en insectos, *Wolbachia* tiene efectos contrarios en otros invertebrados y facilita la supervivencia de especies que se benefician de su presencia por mecanismos desconocidos. Así, el agente causante de la elefantiasis es un nematodo que contiene *Wolbachia* intracelularmente. El tratamiento de esta enfermedad con antibióticos antibacterianos elimina la enfermedad porque destruye *Wolbachia* y, en consecuencia, también al nematodo, que requiere estar infectado para ser patógeno. Es decir, la bacteria es necesaria para la vida del nematodo, y su eliminación produce la muerte de éste y la curación de la enfermedad. El estudio de esta bacteria puede revelar múltiples aplicaciones potenciales.

## ***Las plantas también tienen diabetes***

Francisca Sevilla Valenzuela, 24 de febrero de 2018

Las plantas fabrican su material celular generando esqueletos carbonados —azúcares como glucosa y oligosacáridos como sacarosa— a través del CO<sub>2</sub> atmosférico, que es el sustrato de la fotosíntesis en cloroplastos. Estos azúcares se transportan a frutos y semillas. En humanos, que constituimos el eslabón superior de la cadena alimentaria, los azúcares ingeridos son la fuente más importante de obtención de energía, y su contenido, específicamente el de glucosa, debe estar controlado en las células y fluidos extracelulares como la sangre, ya que un incremento en sus niveles motivado por alteraciones metabólicas puede conducir a la producción de químicos dañinos que impiden la función celular. Entre ellos, el MetilGlyoxal (MG) compuesto di-carbonilo producido metabólicamente a partir de glucosa, puede funcionar dependiendo de sus niveles, como una molécula tóxica, generando proteínas glicadas componentes de los “productos finales de glicación avanzada”, AGEs (del inglés Advanced Glycation End Products). La acumulación de AGEs junto con la de Especies Reactivas del Oxígeno (ROS) estimula la oxidación de los componentes celulares y la inactivación de proteínas. En otras palabras, los compuestos originados a partir de azúcares se encuentran entre los agentes causantes de la diabetes. En plantas, en condiciones normales de crecimiento, los niveles basales de MG y AGEs permanecen bajos; sin embargo, al igual que en humanos, su acumulación en condiciones ambientales de estrés puede resultar dañina. Así, el aumento actual de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, podría favorecer la producción vegetal, mejorando el proceso fotosintético, pero esta elevación de CO<sub>2</sub> al igual que una elevada intensidad luminosa, el estrés salino y sequía, se ha visto que aumentan los contenidos de MG en hojas y concretamente en cloroplastos, produce ROS y un tipo de estrés oxidativo denominado “*La Diabetes de Plantas*” ya que en última instancia, se origina a partir de un metabolito común de las vías de biosíntesis y degradación de azúcares. Este proceso podría alterar profundamente la respuesta de los cultivos frente al estrés afectando sus rendimientos. El mejorar la efectividad de los mecanismos celulares enzimáticos encargados de mantener bajos niveles de MG, en los que interviene el antioxidante Glutación, es una interesante estrategia biotecnológica reciente para eludir el potencial impacto negativo del MG sobre el crecimiento y producción de cultivos, permitiendo así una mejor adaptación a condiciones de estrés, intensificadas tanto por factores antropogénicos como por el cambio climático.

## ***Elogio y reivindicación de la fricción***

Rafael García Molina, 3 de marzo de 2018

En general, la fricción (realmente, la fuerza de fricción —o de rozamiento, como también se conoce—) no goza de buena fama y se piensa que debe eliminarse (o reducirse). Esto se debe a que la fricción se asocia con algo negativo (porque ocasiona más consumo de combustible, la carne se adhiere a la sartén...). Sin embargo, la fuerza de fricción resulta imprescindible en nuestra vida cotidiana. Y, casi, me atrevería a decir que su existencia nos reporta más beneficios que perjuicios.

La fuerza de fricción se opone al movimiento de un cuerpo en el seno de un fluido (la sufre un coche, un tren o un avión al moverse a través del aire) o al desplazamiento relativo entre dos superficies en contacto (por ejemplo, al intentar arrastrar un frigorífico o una lavadora sobre el suelo de una casa, algo bastante habitual en las mudanzas). Me ocuparé del rozamiento que aparece en el segundo caso: cuando hay desplazamiento relativo entre dos superficies en contacto.

Esta fuerza depende de los materiales (madera con metal, goma con baldosa...) a través de lo que se denomina coeficiente de fricción. Y también depende de la fuerza perpendicular entre ambas superficies. Cuanto mayor sea cualquiera de estos factores (el coeficiente de fricción o la fuerza perpendicular), mayor será la fuerza de rozamiento.

Mis argumentos a favor de la denostada fuerza de fricción se basan en los ejemplos que expongo a continuación. En todos ellos es necesaria la intervención del rozamiento.

Una forma de obtener fuego consiste en frotar una varilla de madera sobre una tablilla con hojas secas (método todavía empleado por algunos pueblos primitivos); el calor producido gracias al rozamiento sirve para generar la llama. La escritura con lápiz y el borrado con goma no serían posibles si el grafito de la mina (o la goma) no rozara con el papel; de forma similar se escribe con tiza en una pizarra. El gesto cotidiano de humedecerse los dedos para pasar páginas de un libro (¿quién no recuerda la novela *El nombre de la rosa*?) se realiza porque así aumenta el coeficiente de fricción entre los dedos y el papel. Nos privaríamos de la música de los instrumentos de cuerda frotada, en los cuales se aplica resina a las cerdas del arco para aumentar la fricción. Los ejercicios gimnásticos en barras no serían posibles si entre las manos y las barras no hubiera rozamiento (que aumenta poniéndose un polvo blanco formado por carbonato de magnesio). La modesta zambomba (y la pandereta restregando su parche) tampoco sonarían. Y, para no extenderme, finalizo recordando que gracias a la fuerza de fricción caminamos y cogemos objetos.

Por todo ello, quiero reivindicar el importante papel que tiene el rozamiento en nuestras vidas cotidianas.

## **Ciencia, conocimiento, inteligencia y ...**

Angel Pérez-Ruzafa, 10 de marzo de 2018

Ciencia, conocimiento e inteligencia son conceptos que solemos relacionar, pero ni son sinónimos, ni van necesariamente unidos.

El conocimiento es lo que sabemos de cómo funciona el mundo. Aunque nuestras células ya portan información para nuestro desarrollo desde el primer instante y nuestro cerebro acumula datos desde etapas tempranas de nuestra vida, la información no se convierte en conocimiento hasta que somos capaces de procesarla para comprender nuestro entorno.

La ciencia es solo un método para adquirir conocimiento, pero en ningún caso es el único. El método científico permite responder preguntas con márgenes definidos de error y rechazar o aceptar hipótesis dadas unas condiciones determinadas. Nos facilita depurar conocimientos e incluso establecer modelos de relaciones entre causas y efectos que resultan útiles para anticipar consecuencias futuras. Pero nuestro cerebro ha evolucionado también para hacer precisamente esto. Capta regularidades en un mundo aparentemente caótico y es capaz de predecir comportamientos en base a señales de amenaza o amistosas, saber si va a llover, cuándo sembrar y cuándo recolectar o cuándo y dónde calar y recoger las redes para pescar, aunque no nos fija unos márgenes de error cuantitativos. La cultura de un pueblo es precisamente el conocimiento, acumulado durante siglos, que le ha permitido sobrevivir y progresar en un entorno generalmente hostil. La ciencia, si plantea preguntas relevantes, puede acelerar la adquisición de conocimiento, pero muchos saberes ancestrales podrían perderse para siempre si se descuida la diversidad cultural, como se pierde la información biológica acumulada en el ADN de una especie cuando ésta se extingue.

La inteligencia se asocia a la capacidad de resolver problemas y extraer patrones de procesos complejos. Los coeficientes intelectuales miden eso. Pero la verdadera inteligencia es en realidad la capacidad de anticipar los problemas para no llegar a tenerlos. Esto es más difícil de medir. Pero, tanto en un caso como en otro, la inteligencia necesita disponer de información para ser útil. Si los datos son inadecuados o incompletos, las conclusiones serán falsas e inservibles. La inteligencia fracasa cuando se le dan condiciones de contorno erróneas. Por eso, cuando se plantean objetivos equivocados, muchas personas inteligentes pueden hacer cosas estúpidas. Un científico puede carecer de los datos necesarios para hacer recomendaciones acertadas, pero disponer de información tampoco garantiza la inteligencia necesaria para usarla correctamente. Asimismo, una cultura ancestral tampoco tiene por qué ser acertada en las condiciones actuales, como un gen exitoso en un ambiente puede ser la causa de la extinción en otro.

Los puntos suspensivos del título corresponden a la sabiduría, que quizás engloba los otros conceptos... la sabiduría es más difícil de alcanzar, implica una visión de lo realmente importante y una capacidad de reflexión desprovista de condicionantes, dando el contexto definitivo y exacto a la inteligencia... pero, probablemente, queda fuera del ámbito de la ciencia.

## ***Envejecimiento y pérdida muscular: sarcopenia***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 17 de marzo de 2018

El gran aumento en esperanza de vida que los humanos vienen experimentando en las últimas décadas lleva consigo la aparición de problemas de salud que no tenían anteriormente lugar. Entre ellos están la demencia senil, el incremento de la aparición de tumores y muchos otros. Entre estos últimos hay algunos como la osteoporosis al que se le ha venido prestando una gran atención desde hace tiempo, por facilitar las fracturas óseas lo que disminuye la capacidad de valerse por sí mismos. Esta pérdida de autonomía puede venir provocada también por la pérdida de masa muscular lo que se conoce como sarcopenia y que disminuye la capacidad de agarre de las personas y aumenta su tendencia a sufrir caídas. La pérdida de fuerza muscular comienza a los 30 años, pero se acelera muy importantemente a partir de los 60. Se considera que para la gran mayoría de la población se cruza un umbral crítico de deterioro a partir de los 85. La aparición de la sarcopenia parece ir en paralelo a la disminución de hormonas como testosterona, hormona del crecimiento o estrógenos, pérdida de neuronas que estimulan los músculos, la infiltración de grasa en el músculo, la resistencia a insulina, la inactividad física, deficiencia en vitamina D y la no ingesta de proteínas. Entre las medidas o tratamientos que se pueden adoptar para paliar este problema se ha investigado el ejercicio físico y parece que los que favorecen el aumento de masa muscular pueden ser positivos. En general se recomienda el ejercicio físico, que no solo es positivo para este problema sino para la salud en general. Una medida que parece tener un efecto positivo a este respecto es la ingesta de proteínas, que debe aumentarse en la vejez. Los tratamientos farmacológicos aún no se han investigado en profundidad, pero parece que los fármacos que aumenten la sensibilidad a la testosterona podrían ser convenientes. Unas moléculas que pueden ser importantes en este contexto son las mioquinas, reguladores secretados por el músculo que pueden regular el crecimiento del propio músculo y también de otros tejidos al pasar a la sangre, interviniendo en el envejecimiento del organismo en general. Será necesario conocer bien sus efectos y diseñar fármacos que puedan modular su actividad. Sin duda que en próximos años este problema atraerá mucha atención y dada la tendencia a que aumente la población de la tercera edad, muchos investigadores se ocuparán de encontrar tratamientos efectivos para la sarcopenia.

## ***Nuestros santos patronos***

Mariano Gacto Fernández, 24 de marzo de 2018

Todos los años celebramos las festividades de dos personajes del siglo XIII como patronos de la Ciencia y de la Universidad. Uno es S. Alberto Magno, patrón de las clásicas facultades de Biología, Física, Geología, Matemáticas y Química, quien fue elevado a la categoría de santidad siete siglos después de su muerte por Pio XI en 1931. El otro es Sto. Tomás de Aquino, santo a partir de 1880, y declarado patrón de la Universidad Española en su conjunto. El primero fue maestro del segundo, aunque el discípulo murió antes que el maestro.

Se supone que S. Alberto conocía las cuatro reglas aritméticas básicas y, en consecuencia, su reconocido patrocinio sobre las Matemáticas resulta hasta cierto punto comprensible. Por otra parte, este mismo santo fue un activo alquimista y astrólogo, relacionado con ciencias ocultas de dudosa ortodoxia, y descubridor del arsénico, razón por la que su relación con la Química, y en menor medida con la Física, parece igualmente justificada. Además, escribió un extenso tratado sobre los minerales por entonces conocidos (*“De mineralibus”*) y esta cuestión motiva que los geólogos lo reconozcan también como patrono. Sin embargo, respecto a la Biología, sus aportaciones científicas son llamativamente erróneas y equivocadas, por lo que su consideración como patrono de los biólogos resulta polémica y debería ser motivo de reconsideración.

Respecto al problema del origen de la vida, S. Alberto defendió la noción de la generación espontánea y apoyó que podían generarse seres vivos por la descomposición de la materia orgánica y la fuerza vivificadora de las estrellas. Sus obras describen casos de aparición de insectos, gusanos, ranas y ratones a partir de materiales putrefactos, así como la aparición de vegetales por emanaciones de la tierra bajo la influencia del calor y la luz nocturna de las estrellas. Su distinguido discípulo Sto. Tomás de Aquino, en su obra fundamental (*“Summa Theologiae”*), validó también la existencia de una fuerza vitalista en el curso de la podredumbre e incluso sostuvo que aquellos gusanos que tras la muerte atormentan en el Infierno a los condenados son el resultado de la putrefacción de sus pecados. De ello podía deducirse que los cuerpos incorruptos son signo de santidad. También dedujo que muchos parásitos dañinos nacen de las maquinaciones del diablo y otros espíritus malignos.

En definitiva, las ideas científicas de estos patronos sobre asuntos biológicos resultan disparatadas y, por ello, sería conveniente establecer otros iconos de referencia, sean santos o no.

## **Joe Polchinski, in memoriam**

Ángel Ferrández Izquierdo, 7 de abril de 2018

Joseph Gerard Polchinski Jr., uno de los físicos teóricos más creativos de las tres últimas décadas, falleció en su domicilio el pasado 2 de febrero a la edad de 63 años. El 30 de noviembre de 2015, con motivo de la celebración del centenario de la Teoría General de la Relatividad de Einstein, impartió una charla sobre teoría de cuerdas en Berlín y tres días después sufrió un ataque convulsivo, con el consiguiente ingreso hospitalario, donde se le descubrió un tumor cerebral. Tras meses de tratamiento, el Dr. Polchinski dedicó toda su energía a escribir sus memorias, que publicó en el repositorio arXiv, bajo el título *Memories of a Theoretical Physicist*.

Se licenció en Física por Instituto Tecnológico de California (más conocido como Cal-Tech) en 1975, donde su tutor fue nada menos que Kip S. Thorne, el reciente Nobel de Física. Se doctoró en la Universidad de California, Berkeley, en 1980 y su etapa postdoctoral la desarrolló en el SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford, y la Universidad de Harvard. En 1984 fue contratado por la Universidad de Texas, en Austin, y en 1992 se incorporó definitivamente a la Universidad de California, en Santa Bárbara. Fue, además, miembro permanente del Instituto Kavli de Física Teórica, uno de los centros de investigación en Física Teórica de mayor relevancia internacional.

El Dr. Polchinski fue el gran impulsor de la teoría de cuerdas, una notable candidata para describir, en un marco unificado, todas las fuerzas fundamentales observadas en la naturaleza. Tal cuerpo de doctrina, que modela la dinámica de las partículas fundamentales de la naturaleza no como puntos, sino como diminutas curvas, incorpora la gravedad y la simetría gauge de manera natural para llegar a teorías consistentes de gravedad cuántica. Sus dos volúmenes *String theory*, de 1998, se han consagrado como la biblia sobre el tema.

Como méritos objetivos cabe citar 153 publicaciones. 19.353 citas, con una media de 126 citas por artículo. En 1977 Polchinski fue elegido miembro de la Sociedad Americana de Física, de la Academia Americana de las Artes y las Ciencias en 2002, de la Academia Nacional de Ciencias en 2005 y de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia en 2012. Recibió el Premio Dannie Heineman de 2007 en Física Matemática de la Sociedad Americana de Física, la Medalla Dirac 2008 del Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, y los Premios Fronteras de la Física de 2013 y 2014. El Nobel de 1979 Steven Weinberg dijo de él “Mi mayor fracaso en Austin fue perder a Joe”.

## ***Cuando un error hace justicia***

Angel Pérez-Ruzafa, 14 de abril de 2018

Que los errores pueden acarrear beneficios es una realidad y forma parte de la esencia de la evolución biológica darwiniana. Los errores en los procesos genéticos pueden traer consigo nuevas capacidades que suponen ventajas adaptativas que impulsan la evolución y la especiación. En cuestiones sociales o de reconocimiento de méritos es raro que esto suceda. Sin embargo, en la Universidad de Murcia, un error inesperado, al margen de que debe subsanarse, ha supuesto el reconocimiento de una persona olvidada que sin embargo tiene méritos propios para ser mantenida en la memoria de los murcianos. Se trata del Padre Andreu. No hace mucho, se hizo un homenaje, que siempre se quedará corto por lo que representó para la Universidad de Murcia, al rector Lostau. Como parte del mismo se colocó un busto en el campus de la Merced y el molde original en el de Espinardo, en la Facultad de Biología. Pero cualquiera que lo observe siente que la imagen representada no se corresponde con la de Lostau. La razón es que no es él. Por una equivocación en la transmisión de la información, al escultor encargado del proyecto le llegó en realidad una fotografía del Padre Andreu. Aquí el error.

Pero el Padre Andreu no es un personaje que se haya colado de soslayo en la historia de la ciencia murciana. Por el contrario, fue uno de los más insignes entomólogos españoles de principios del siglo XX, Catedrático de Historia Natural en el instituto Saavedra Fajardo y Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Murcia, “fichado” por el propio Lostau tras conocerlo en persona y su trabajo. Ahí radica el acto de justicia.

Como se recoge en una breve biografía incluida por López Azorín en su *Murcia y sus científicos en la Real Sociedad Española de Historia Natural*, y en el saber enciclopédico de Manuel Ramón García-Garre, actual conservador del Museo Lostau de la Universidad de Murcia, Andreu, nacido en Orihuela en 1881, reunió una colección de más de 23.000 ejemplares de insectos, descubriendo numerosas especies nuevas para la ciencia de neurópteros, cicindélinos, himenópteros y dípteros por lo que muchas de ellas llevan su apellido latinizado *andreui*. Fue el descubridor, incluso, de un género nuevo de neurópteros de la familia Nemopteridae que por ello lleva el nombre *Josandrevea*. Sus monografías y catálogos de dípteros o de odonatos fueron obras de referencia durante la primera mitad del siglo XX. Tuvo la perspicacia de reconocer el papel beneficioso que algunas especies, como *Wesmaelius navasi* (Andreu, 1911) descubierta y descrita por él mismo, podían tener en la agricultura al ejercer control sobre las plagas. La importancia de su labor entomológica le llevó a ser, desde 1908, miembro de la Real Sociedad Española de Historia Natural y estar entre los fundadores de la Sociedad Entomológica de España.

Debemos reponer el busto del Rector Lostau como merece, pero también debemos sentirnos orgullosos de tener al Padre Andreu como símbolo y ejemplo en la facultad de Biología.

## **Analogía cuántica**

Alberto Requena Rodríguez, 21 de abril de 2018

La geometría enumerativa, introducida en el siglo XIX, es una rama de la Geometría que se ocupa de determinar el número de intersecciones de variedades algebraicas sometidas a restricciones o condiciones que hagan que el número sea finito e invariante para una transformación topológica. Tiene su interés en campos como en la determinación del número de curvas en espacios de Calabi-Yau, donde se obtienen las soluciones hexa-dimensionales de las ecuaciones de la gravedad de Einstein, que tienen mucho interés en la teoría de cuerdas.

Al envolver un cilindro con una cinta dando vueltas alrededor de aquél, las curvas del espacio de Calabi-Yau se clasifican de acuerdo con un número entero, denominado grado, que es una medida de la frecuencia de la envoltura. Determinar que ese número de curvas corresponde a un grado dado es un problema complejo, incluso para el espacio Calabi-Yau más simple, el quíntico. En el siglo XIX ya quedó establecido que el número de líneas (curvas de grado uno) es igual a 2875. En 1980 se encontró el número de curvas de grado dos, que era mucho mayor, 609250. Llegar a determinar el número de curvas de grado tres, es cosa casi inalcanzable. Los teóricos de cuerdas trasladaron el problema geométrico a uno físico. Idearon como calcular el número de curvas de cualquier grado. Era un alarde

En cuántica, tiene sentido combinar el número de curvas de todos los grados en una única y elegante función. Una vez juntas, la interpretación física es directa: se puede interpretar como una amplitud de probabilidad de una cuerda propagándose en el espacio de Calabi-Yau, aplicando el principio de suma sobre todos los casos (superposición). Se puede pensar en una cuerda para sondear todas las curvas posibles de todos los grados posibles al mismo tiempo y concebir un calculador cuántico super-eficiente. Se precisaba un segundo ingrediente para lograr la solución: una formulación de la física que utilizara el llamado “espejo” del espacio de Calabi-Yau. El término espejo es engañosamente simple. Al contrario de un espejo ordinario que refleja una imagen, aquí el espacio original y su espejo tienen forma diferente: no tienen la misma topología. Pero en el campo de la teoría cuántica, comparten muchas propiedades. En particular, la propagación de la cuerda en ambos espacios es idéntica, de forma que la dificultad de cálculo del problema original se traslada a la expresión mucho más simple del espejo, donde se puede calcular con una simple integral. Complejo, pero simple. Simple pero complejo.

## **1931, el año de Georges Lemaître**

Ángel Ferrández Izquierdo, 28 de abril de 2018

El artículo “On the cosmological problem of the general theory of relativity”, de 1931, tiene un especial interés histórico pues allí Einstein, tras el descubrimiento por Hubble en 1929 del desplazamiento al rojo de las galaxias, modifica su anterior modelo estático de universo de 1917. En ese poco conocido documento, es la primera vez que Einstein rechaza formalmente la noción de un universo estático y explora la posibilidad de un cosmos de radio variable con el tiempo, proponiendo, concretamente, un modelo cósmico en el que el universo sufre una expansión seguida de una contracción. Diríase que tal artículo se encuadra en una serie de trabajos de 1931 sobre cosmología relativista.

No obstante, el sacerdote belga Georges Lemaître, en un trabajo publicado en 1927 en los Anales de la Sociedad Científica de Bruselas, y traducido al inglés precisamente en 1931 en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, fue el primero en interpretar el descubrimiento de Hubble a través de un modelo de espacio positivamente curvado con un universo que se expande lentamente desde un instante inicial. Este resultado, tardíamente reconocido, forma parte de un bloque de siete trabajos, todos de 1931, que dieron a Lemaître el máximo reconocimiento internacional.

Entre esas contribuciones destaca sobremanera su deliciosa carta “El comienzo del mundo desde el punto de vista de la teoría cuántica”, publicada el 9 de mayo, por la revista *Nature*, en su volumen 127, pág. 706, que se puede considerar como el auténtico Estatuto de la moderna teoría del Big Bang. Comienza refiriéndose a una anterior misiva, también en *Nature*, de Sir Arthur Eddington, de 21 de marzo, pág. 447, del mismo año. La carta de Lemaître comienza así “Sir Arthur Eddington [en su carta] afirma que, filosóficamente, la noción de un comienzo del orden actual de la Naturaleza le repugna. Más bien me inclinaría a pensar que el estado actual de la teoría cuántica sugiere un comienzo del mundo muy diferente del orden actual de la Naturaleza”.

Y continúa de la siguiente manera: “Los principios termodinámicos, desde el punto de vista de la teoría cuántica, se pueden enunciar de la siguiente manera: (1) La energía total, que se mantiene constante, está constituida por cuantos discretos. (2) El número de cuantos distintos está en aumento. Si retrocedemos en el curso del tiempo, debemos encontrar cada vez menos cuantos, hasta que encontremos toda la energía del universo concentrada en unos pocos o incluso en un único cuanto”.

## ***La experimentación animal es necesaria, aunque nos pese***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 5 de mayo de 2018

Un método fundamental para el avance de la investigación biológica y biomédica es el uso de animales de experimentación. Este ha venido siendo un modelo indispensable para comprender la bioquímica y fisiología de los animales y diseñar tratamientos para patologías, con la vista puesta en extrapolar estos conocimientos a las personas. Pero en los últimos años se ha venido adquiriendo consciencia de que los animales deben ser utilizados con mucha precaución y solamente en casos muy justificados y tratando siempre de minimizar sus sufrimientos. Para garantizar esto en España, como en toda la Unión Europea y en todos los países avanzados, existe una legislación muy exigente en este sentido. Además, los investigadores que quieran realizar investigación con animales de experimentación han de realizar un curso donde se les exige una serie de conocimientos y se les conciencia para la forma en que han de operar. Cualquier experimento que se quiera realizar con animales debe ser autorizado por los Comités de expertos que valoran si son necesarios y si cumplirían la legislación vigente. Además, hay muchos experimentos que, hoy en día, se realizan con células en cultivo y también con modelos de animales inferiores como peces cebras. Pese a todos estos avances y garantías para los animales los movimientos animalistas han reclamado en años recientes el fin de la experimentación animal a veces incluso de forma violenta. Lo malo es que, aunque tienen razón en que los animales con que se experimenta tienen siempre algún sufrimiento pese a todas las precauciones que se adoptan, no hay alternativa si queremos avanzar en nuestros conocimientos y en la forma de tratar enfermedades. Precisamente cuando se cumple el 50 aniversario del primer trasplante de corazón en humanos, se pone de relieve que aquel trasplante fue precedido por numerosos experimentos con animales y de la misma forma cualquier avance en este campo deberá probarse antes con modelos animales. Nadie querría que un nuevo modo de trasplante de órganos se llevara a cabo con nuestros seres queridos o con nosotros mismos sin haberlo experimentado primero en animales y lo mismo puede decirse de un tratamiento para el cáncer o para cualquier otra patología. Seguirá siendo necesario el uso de animales de experimentación. Eso, sí, cualquiera que sea el uso para el que requieran los animales deberán ser tratados con respeto y siguiendo las normativas protectoras existentes.

## ***Brújulas microscópicas***

Mariano Gacto Fernández, 12 de mayo de 2018

Hace ahora 43 años se descubrió la existencia de unas curiosas bacterias que son sensibles al campo magnético de la Tierra. En medios líquidos nadan en una misma dirección y cuando se aproxima a ellas una barra imantada modifican su posición siguiendo al polo que mueve la aguja de la brújula. Esto se debe a la presencia en este grupo de bacterias de unas formaciones cristalinas de tamaño nanométrico, llamadas magnetosomas, que están compuestas por magnetita (óxido de hierro) o por greigita (sulfuro de hierro) y que las propias células biosintetizan en un proceso de mineralización controlado biológicamente. Tales estructuras se disponen formando cadenas paralelas al eje mayor de la célula.

Las bacterias magnetotácticas son microaerófilas o anaerobias, es decir, requieren tensiones bajas de oxígeno y buscan situarse en las columnas de agua en posiciones donde una concentración reducida de oxígeno disuelto es óptima para su metabolismo. Debido a la inclinación del campo magnético terrestre, las bacterias magnetotácticas se dirigen preferentemente hacia abajo, lejos de la superficie del agua, donde la concentración de oxígeno les resulta tóxica. Pero no son atraídas ni repelidas por los polos geomagnéticos sino solamente orientadas por ellos, alineándose pasivamente con el campo magnético y moviéndose hacia arriba o hacia abajo mediante sus flagelos como si el campo fuera una carretera de doble sentido. Las células muertas, como las vivas, también se sitúan en las líneas del campo magnético, pero, a diferencia de aquellas, no se desplazan por él. La navegación a lo largo de dichas líneas facilita la emigración hacia posiciones favorables en el gradiente vertical de oxígeno, reduciendo la búsqueda en un espacio tridimensional a una cuestión meramente bidimensional.

Desde el punto de vista filogenético, estas singulares bacterias parecen emparentadas con otras que se desarrollaron en etapas muy antiguas de la Tierra, hace unos 3.500 millones de años, cuando el contenido de oxígeno libre en nuestro planeta era muy inferior al actual. A este respecto, un estudio mineralógico y microscópico del meteorito ALH84001, de origen marciano, sugiere una posible prueba de la existencia de vida pasada en Marte. Este meteorito, desprendido del planeta rojo por el choque con un asteroide, y caído en la superficie de la Antártida hace más de 10.000 años, muestra la presencia de magnetita y greigita en estructuras similares a las de las bacterias magnetotácticas terrestres, lo que podría constituir un testimonio de vida microscópica extinguida en el vecino planeta.

## ***El sistema circulatorio del planeta se debilita: más allá de la regulación del clima***

Angel Pérez-Ruzafa, 19 de mayo de 2018

Los medios de comunicación de todo el mundo se han hecho eco de un artículo publicado el mes pasado en la revista científica Nature con evidencias de que el sistema circulatorio de retorno meridional del Atlántico (AMOC por su acrónimo en inglés) se estaba debilitando. Los medios ahondaban en la preocupación general sobre las consecuencias en la regulación del clima. Dicho sistema circulatorio se inicia en el Ártico donde las aguas frías y densas se hunden hasta el fondo del océano, circulan hacia el sur, se unen a las aguas también frías y densas que se hunden en la Antártida, viajan en dos ramales por el fondo del Índico y del Pacífico hacia el norte y afloran frente a la India y el sur de Alaska respectivamente. Allí empiezan a calentarse y viajan por superficie de retorno hacia el Atlántico norte, pasando por las costas de Brasil y conformando la corriente del Golfo. Esta última, al ser cálida y superficial, suaviza el clima de la costa este de Estados Unidos y las costas atlánticas europeas. De ahí la preocupación por sus consecuencias sobre nuestro clima. Además, el calentamiento de las aguas superficiales de los mares templados y fríos también ha supuesto que las especies de aguas cálidas estén expandiendo sus áreas de distribución, convirtiéndose en muchos casos en especies invasoras. Sin embargo, estos hechos, siendo muy graves, están lejos de ser nuestro principal problema.

El servicio más importante que nos presta el hundimiento de las aguas superficiales en los polos es llevar oxígeno al océano profundo. El oxígeno es esencial para la vida aeróbica que domina el planeta desde hace 3500 millones de años. Su importancia es tal que pocos organismos aeróbicos sobreviven más de unas pocas horas sin él. Para nosotros, ese plazo es de apenas unos minutos. La disponibilidad de oxígeno en el océano proviene de lo que se disuelve desde la atmósfera y del balance entre lo que producen los autótrofos (cianobacterias, algas y fanerógamas) y lo que consumen autótrofos y heterótrofos para oxidar la materia orgánica y mantener su metabolismo. Solo en las aguas superficiales, hasta los 50 a 100 m que es la profundidad máxima iluminada, puede haber por tanto entrada de oxígeno al océano ya que los autótrofos, para producirlo necesitan luz. De este modo, el océano profundo, donde el consumo de oxígeno es elevado por la respiración de los organismos que viven allí y por la descomposición de la materia orgánica que se acumula procedente de toda la columna de agua, sería totalmente anóxico si el hundimiento de las aguas superficiales de los polos y la cadena transportadora oceánica no lo distribuyera por el fondo de todos los océanos. No debe ser difícil calcular cuánto tardaría en suceder esto si esta corriente se detiene. Imaginen las consecuencias. Y serían casi de un día para otro.

## ***Ponga un metal (alcalino) en su cadena (alifática)***

Isabél M<sup>a</sup> Saura Llamas, 26 de mayo de 2018

Sea mi primera columna la carta de presentación de mi investigación. La Química Organometálica se encuentra en la intersección entre dos mundos que aparentemente no tienen nada en común: la Química Orgánica y la Química Inorgánica. De hecho, cuando se definen lo hacen excluyéndose la una a la otra. ¿Qué es la Química Orgánica? La que estudia el carbono y sus compuestos... ¿Qué es la Inorgánica? La que estudia el resto de los elementos (que son 117 actualmente) y sus compuestos. Es importante que sepan que, de esos 117 elementos, 91 son metales (otro día les hablaré de ellos). Pero, ¿qué pasa con los compuestos que tienen simultáneamente carbono y otro elemento? (Les desafío a que encuentren un compuesto formado solo por carbono.) ¿Quién los estudia? No les ocultaré que este tema puede ser objeto de controversia entre los químicos. Hemos llegado *casi* a un acuerdo, relativamente complicado de resumir y que no les explicaré. Parte de ese acuerdo ha sido crear un campo de estudio común: la Química Organometálica, que se ocupa de los compuestos que contienen un enlace carbono-metal. Y a eso me dedico como investigadora. A buscar nuevas maneras de preparar compuestos que contengan este tipo de enlace. A sintetizar compuestos organometálicos y estudiar su reactividad y sus aplicaciones. ¿Y por qué son interesantes?

Recurriré a sus conocimientos de química cotidianos... El butano ( $C_4H_{10}$ ) es un compuesto orgánico sencillo: sólo contiene enlaces C-C y C-H. Lo llamamos una cadena alifática. También es un compuesto muy poco reactivo: un gas que podemos transportar y manipular sin riesgo. Su única reacción útil es la combustión. Por lo demás, es muy difícil de transformar en otros compuestos, ya que los enlaces C-C y C-H son muy difíciles de romper. Pero ahora, sustituyan de alguna manera (pregunten a un químico organometálico) un H por un Li (que es un metal alcalino): tendrán el butil-litio ( $C_4H_9Li$  o BuLi), un compuesto muy parecido al butano en estructura, pero con una reactividad completamente distinta. El BuLi reacciona prácticamente con todo, hasta con trazas de vapor de agua. Y el litio puede ser fácilmente sustituido por otros fragmentos para crear nuevos enlaces (C-O, C-N, C-Cl...). ¿Se dan cuenta de la utilidad? Sustituyendo H por un metal se puede cambiar la reactividad de una sustancia dramáticamente. Pues eso: ponga un metal (alcalino) en su cadena (alifática) y cambiará su vida, quiero decir, su reactividad.

## **Todo lleva todo**

Manuel Hernández Córdoba, 2 de junio de 2018

A los profesionales de la Química Analítica, nos formulan con frecuencia una pregunta del tipo: “¿lleva esta muestra tal o cual tóxico?”. El concepto de “lleva o no lleva” está fuera de lugar hoy en día pues, en realidad, “todo lleva todo (o casi todo)”, ya que las sustancias químicas se dispersan en el ambiente y entran en la cadena trófica de manera que, aunque en muy pequeña proporción, están presentes en todas partes. Cuando el ciudadano de a pie pregunta por la presencia de cierto contaminante en un alimento, en el agua que toma o en el ambiente en el que vive, el problema reside en que nadie se interesa en saber cuánto hay. Por lo general, al gran público suele llegar tan solo el mensaje de presencia/ausencia y se olvida la concentración. Las técnicas actuales de análisis son capaces de medir concentraciones, esto es cantidades en un volumen o masa de muestra dado, tan bajas que hace unos años eran impensables. Esta extrema sensibilidad, que presumiblemente seguirá mejorando acorde con los avances en la tecnología y diseño de la instrumentación, tiene dos aspectos contrapuestos. Por una parte, cuando los resultados llegan a los medios de comunicación y se pone de manifiesto la presencia de minúsculas concentraciones de un producto tóxico o peligroso pueden ser fuente de alarma social, a veces fundada desde luego, pero en muchos otros casos sin fundamento, porque las concentraciones son muy pequeñas y propias de la naturaleza intrínseca de las muestras. Por otra parte, esta capacidad de medir a niveles muy bajos es una formidable garantía para el ciudadano. Nunca los alimentos y el ambiente han estado tan controlados como ahora, al menos en los países civilizados. Desde luego existen, como siempre han existido, delincuentes que contaminan o defraudan provocando riesgos químicos, pero antes o después la transgresión será detectada. A este respecto el ciudadano que tiene la fortuna de vivir en un país civilizado puede estar tranquilo. Pero el legislador que redacta la normativa debería tener en cuenta lo aquí comentado. No debe legislarse indicando que tal o cual tóxico debe estar “ausente” en una determinada muestra o que ésta debe estar “exenta” de algo, porque el concepto de concentración cero no es razonable. Por el contrario, debe señalarse un límite máximo de concentración permisible, todo lo riguroso que sea necesario, pero un límite al fin y al cabo. Quien lo sobrepase que asuma las consecuencias. Los demás estaremos tranquilos.

## **Ciencia y Mundial de Fútbol**

Alberto Tárraga Tomás, 9 de junio de 2018

A partir del próximo 14 de junio asistiremos a la celebración en Rusia de uno de los eventos deportivos más importantes, populares y con mayor impacto social del mundo: el “Mundial de Fútbol 2018”. Las agencias de viaje ultiman sus ofertas, se actualizan las guías prácticas para asistir a este espectáculo, las casas de apuestas publicitan sus propuestas, etc. Pero, ¿qué tiene que ver la ciencia con este evento? Mucho.

Es obvia la relación que el fútbol, como cualquier otro deporte, tiene con la Medicina al abordar ésta aspectos tan fundamentales como la capacidad física del futbolista o la prevención de factores de riesgo. Sin embargo, los adelantos tecnológicos conseguidos con el avance de otras ciencias (Matemáticas, Física, Química, o Ciencia de Materiales, entre otras) también han influido decisivamente en el desarrollo de este evento a lo largo de toda su historia.

Dentro de este contexto es importante subrayar el papel que la Química, en general, y la síntesis de polímeros - generalmente orgánicos - en particular, ha jugado en la evolución de este deporte. Ciñéndonos exclusivamente a los elementos esenciales para el desarrollo del juego - balón e indumentaria de los jugadores -, hay que resaltar que la utilización de estos polímeros sintéticos ha permitido ir consiguiendo balones cada vez más elásticos, impermeables y ligeros que los construidos con el cuero tradicional, utilizado en los inicios de este deporte. Y así hasta llegar al balón oficial del presente campeonato, el “Telstar 18”, construido con materiales reciclados y cuyas características están ampliamente publicitadas por su fabricante.

Análogamente, la progresiva incorporación de fibras sintéticas de tipo nylon, lycra (elastina) o poliéster, ha propiciado la fabricación de equipaciones que permiten una mejor ventilación corporal y resistencia al agua, disminuyendo la sensación de humedad provocada por las antiguas indumentarias de algodón. Lo mismo podría decirse de la incidencia de los nuevos materiales sintéticos en la fabricación de unas botas cada vez más ligeras, cómodas y con mejor ventilación del pie.

Junto a estos avances, ligados a la Química, hay que destacar la influencia de otros avances tecnológicos como los que han propiciado una creciente mejoría en la transmisión de los partidos que, en este campeonato, se realizará con una resolución cuatro veces mejor que la ofrecida por la alta definición. ...Y no hemos hablado de la incidencia de la tecnología en la gestión arbitral mediante la aplicación del anunciado sistema de video-arbitraje (VAR).

## ***Caminando hacia Horizonte Europa***

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 16 de junio de 2018

Decía uno de los padres de Europa, Konrad Adenauer, que todos vivimos bajo el mismo cielo, pero ninguno tiene el mismo horizonte. Europa se propone continuar con un mismo Horizonte, en ciencia, tecnología y en innovación, caminando desde el actual programa europeo Horizonte 2020 al nuevo Horizonte Europa.

Hace unos días, Carlos Moedas, Comisario Europeo de Investigación, Ciencia e Innovación, anunciaba este nuevo programa marco que conducirá la investigación y la innovación europea desde 2021 a 2027.

Nunca había existido un programa de tal magnitud en el mundo, con una propuesta inicial de 100.000 millones de euros. Y nunca antes la humanidad había vivido una revolución como la que vivimos, basada en tecnologías digitales, como la inteligencia artificial o el big data; físicas, como la impresión 3D o la robótica; o biológicas, como la edición genética por CRISPR. Por eso, la combinación de ambas circunstancias, la económica y la tecnológica, debe ser aprovechada para avanzar en la frontera del conocimiento.

Horizonte Europa tendrá como objetivos fortalecer las bases científicas y tecnológicas europeas, mejorar la vida de los ciudadanos y aumentar la competitividad de la industria desde una ciencia e innovación abierta, que ponga foco en los principales problemas que compartimos en Europa. Con unos Consejos Europeos de Ciencia y de Innovación que financiarán la ciencia y la innovación disruptiva, pero también la que mejora los productos o procesos existentes. Y con un nuevo pilar de misiones, destinado a resolver retos que en estos momentos compartimos en Europa y que requieren soluciones compartidas. Desde resolver la escasez de recursos hídricos a la reducción de la contaminación por plásticos en mares y océanos. Desde las nuevas baterías, al coche autónomo o a ciudades cero emisiones.

Un nuevo programa que pretende cumplir con las prioridades de los ciudadanos, implicarles más en ciencia e innovación. En su formación, en su participación e incluso en su decisión en algunos aspectos que les preocupan y que solo a través de la ciencia y la tecnología van a encontrar respuesta.

España tiene actualmente los mejores resultados en ciencia e innovación nunca alcanzados en un programa europeo, situándose solo detrás de Reino Unido, Alemania y Francia, siendo la primera en programas como instrumento PYME. Y debe seguir siendo así. Por eso, desde las Universidades, los Organismos Públicos de Investigación, los Hospitales y las empresas innovadoras hay que intensificar nuestra presencia en los trabajos preparatorios del nuevo programa marco para que la opinión y las inquietudes españolas, desde los laboratorios hasta los ciudadanos, queden reflejadas en este nuevo programa.

Decía el cineasta Birri que la utopía es como el horizonte, que se aleja a medida que nos aproximamos pero que sirve para continuar caminando. Que nuestro Horizonte Europa nos motive a caminar juntos en una senda común cimentada en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

## ***Una breve historia de la Ciencia***

Mariano Gacto Fernández, 23 de junio de 2018

Resumir la historia de la Ciencia en 400 palabras es un reto de brevedad y concisión. En esencia, esta historia comprende un período de antigüedad, otro de ciencia clásica y otro de ciencia moderna. La ciencia antigua creía en el poder supremo de la razón para resolver todos los problemas sin necesidad de experimentos y su influjo duró dos milenios. Su principal representante es Aristóteles, que consideraba que una piedra grande cae más deprisa que una pequeña, aunque nunca se le ocurrió probarlo. Experimentar no estaba en el espíritu de esa época, que ignoraba la verdadera relación entre la vida humana y la naturaleza. El supuesto esplendor de los tiempos antiguos solo era aplicable a clases privilegiadas, pero no a las condiciones de vida del hombre ordinario.

La ciencia antigua acabó en el siglo XVI cuando Galileo demostró que si dos piedras desiguales se dejan caer simultáneamente llegan al suelo al mismo tiempo. Este experimento fue un momento clave en la historia de la humanidad. Abrió una nueva relación entre el hombre y la naturaleza, inaugurando una etapa de cambio en la mente humana que fue continuada por muchos otros. El despertar racional de la ciencia clásica clarificó las relaciones entre nosotros y las cosas del mundo visible hasta desembocar en la Revolución Industrial del siglo XIX que liberó al hombre, al menos en parte, de la miseria.

La ciencia moderna comenzó a principios del siglo pasado con descubrimientos singulares como el de los rayos X, el electrón y la radioactividad. Con la teoría de la relatividad o la mecánica cuántica desveló un mundo enteramente nuevo no sospechado con anterioridad, porque nuestros sentidos no están hechos para verlo o sentirlo. Esta nueva ciencia permitió entender el átomo, el sol y las estrellas, y aportó una idea de unidad fundamental en la naturaleza. Cambió todos los parámetros que dominaban hasta entonces la vida humana: la velocidad del caballo por la de la luz, la combustión por la fusión nuclear, la fuerza bruta por la de potentes diseños y el aislamiento geográfico por la desaparición de las distancias terrestres. La historia de la ciencia y la de la humanidad llegaron a fundirse en una misma historia.

Esta misma secuencia se aprecia también en el progreso histórico de la biología. Inicialmente se ocupó de lo que era visible, descendió luego al nivel celular y estudia ahora procesos vitales a dimensiones moleculares increíblemente pequeñas.

## ***El carbono orgánico y la funcionalidad del suelo***

Carlos García Izquierdo, 30 de junio de 2018

Como señala el profesor Rattan Lal (The Ohio State University), en sus innumerables artículos científicos, el suelo es un recurso natural necesitado de protección y conservación. Es un sistema vivo que realiza funciones clave desde perspectivas ecológicas y humanas. Una disminución en la funcionalidad del suelo debido a acciones antrópicas o climáticas no deseables, generará consecuencias negativas en la producción de nuestros sistemas agrícolas y forestales.

La funcionalidad de los suelos depende en gran medida de su materia orgánica y, en concreto, del carbono orgánico que incorpora, ya que inciden positivamente sobre diversas propiedades (incluida la biodiversidad) de dichos suelos, así como sobre su fertilidad y productividad. Ese carbono orgánico procede del carbono atmosférico fijado por las plantas a través de las reacciones de la fotosíntesis, incorporándose al suelo con restos de plantas y exudados de las raíces. Los residuos vegetales y los exudados de las raíces son las principales fuentes de carbono orgánico para el suelo. Los residuos de animales y microorganismos también contribuyen al carbono orgánico del suelo, pero en menor cantidad. Los procesos de mineralización devuelven el carbono a la atmósfera principalmente como dióxido de carbono, mientras que una fracción del mismo se acumula en tejidos microbianos (biomasa del suelo) y otra parte se transforma a través de procesos de humificación, síntesis, o por la formación de agregados, en formas estables que también podrían mineralizarse, pero más lentamente. Según su facilidad a degradarse, se distinguen diferentes tipos de compuestos carbonados en los suelos: i) los lábiles y activos, fácilmente degradables (carbohidratos, aminoácidos, polisacáridos, lípidos y otros compuestos de bajo peso molecular); (ii) la reserva intermedia de carbono orgánico, compuestos con degradación lenta (celulosa, hemicelulosa, quitina, etc.) y (iii) la reserva pasiva de carbono estable, constituidos por los compuestos orgánicos más resistentes a la degradación, tales como anillos aromáticos (lignina) y cadenas alifáticas (lípidos). Cualquiera de estas fracciones de carbono, incorporada a coloides minerales del suelo, puede llegar a ser muy poco atacable por los microorganismos y contribuir a hacer del suelo un sistema productivo adecuado, además de un buen sumidero de carbono capaz de mitigar en parte el efecto invernadero.

Por tanto, el carbono orgánico del suelo es crucial para el funcionamiento del ecosistema, desempeñando un papel clave en la regulación del clima, el suministro de agua y la biodiversidad, proporcionando servicios esenciales y necesarios para el bienestar humano.

## Constelación Galileo

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 22 de septiembre de 2018

Y, sin embargo, se mueve. Con esta célebre frase Galileo cerraba con la Inquisición la confrontación que hacía temblar los pilares geocentristas que aun perduraban en el siglo XVII. Galileo aportaba una nueva aproximación experimental que abría los ojos a una realidad heliocéntrica. La Tierra no era el centro, sino que orbitaba, junto al resto de planetas, alrededor del Sol con su movimiento de traslación. Y aun con la duda sobre la veracidad de la frase con la que Galileo cerraba el juicio inquisitorial en el que se vio obligado a retractarse de sus descubrimientos, sirva la misma como elemento introductorio a esta reseña sobre el Galileo del siglo XXI.

Hoy la constelación Galileo orbita a más de 28.000 km/h y nos mira desde una órbita a 35 kilómetros de la superficie terrestre mediante 26 satélites estratégicamente distribuidos destinados a la radionavegación y posicionamiento, que llevan, cada uno de ellos, el nombre de un joven europeo. Y hay uno de ellos que se llama Alba, como el de una joven cordobesa ganadora del concurso lanzado por la Comisión Europea.

Y teniendo el sistema norteamericano GPS, el ruso Glonass o el chino Beidou (en desarrollo), ¿era realmente necesario para Europa tener un sistema de navegación propio? La respuesta es SI. Primero, porque da a Europa soberanía en una capacidad estratégica con infinidad de aplicaciones presentes y futuras de gran interés; en segundo lugar porque frente a GPS que es un sistema militar compartido con el uso civil, Galileo está destinado al uso civil y, en tercer lugar, porque Europa ha sido capaz de desarrollar un sistema más preciso, que opera mejor en altitud y con gran precisión a latitudes polares, gracias a que científicos e ingenieros de toda Europa bajo la dirección de la ESA (Agencia Espacial Europea) han empleado con éxito miles de horas. Entre ellos, el Capitán Montojo, tristemente fallecido hace uno meses al caer desde el Buque Polar Hespérides a las aguas de la Antártida, mientras desarrollaba pruebas de calibración de la Constelación Galileo.

Galileo Galilei revolucionó las bases del conocimiento de los siglos XVI-XVII. Cuatrocientos años después, desde la vieja Europa, la constelación Galileo se constituye como una impresionante capacidad tecnológica orientada a mejorar la vida de los ciudadanos y a ayudar al progreso de la ciencia y a la tecnología. Porque junto a los populares sistemas de navegación que nos ayudan en nuestra vida diaria, el estudio de migraciones de especies marinas o terrestres como consecuencia del cambio climático, o un nuevo concepto de trazabilidad de alimentos junto a tecnologías como *blockchain* o la rápida disponibilidad de un servicio sanitario o de rescate combinando geoposicionamiento e inteligencia artificial son solo tres de los miles de ejemplos con los que se podría ilustrar esta nueva realidad.

## **Microbios bajo la lluvia**

Mariano Gacto Fernández, 29 de septiembre de 2018

Aunque sean demasiado pequeños para verlos a simple vista no podemos ignorar la importancia de los microorganismos, porque constituyen la base de la biosfera y sin ellos no podrían existir otras formas de vida. Fueron los primeros en aparecer sobre la Tierra y han vivido en este planeta por miles de millones de años, mucho antes que las plantas y los animales. Existen incluso en condiciones físicas y químicas que no permiten otras formas de vida y nos rodean por todas partes. Un litro de agua en apariencia transparente puede contener millones de bacterias. En la naturaleza desarrollan un papel clave en muchos procesos geoquímicos, como el ciclo del nitrógeno, el del azufre o el del carbono, y hace mucho tiempo descubrieron la fotólisis del agua cuando todavía no existían las plantas. Esto hizo posible la aparición del oxígeno atmosférico, permitiendo la evolución aerobia de la que somos el resultado más reciente.

Los microorganismos también pueden influenciar el tiempo atmosférico. En concreto, varias investigaciones se han centrado en la capacidad de muchos microbios fotosintéticos marinos para producir dimetilsulfuro (DMS), un componente volátil que escapa a la atmósfera, donde resulta foto-oxidado para formar sulfato. El sulfato actúa como un agente nucleante del agua y, cuando se forma en cantidad suficiente, induce la formación de nubes. Este hecho tiene tres importantes consecuencias. Primero, las nubes ensombrecen los océanos y, en consecuencia, reducen el crecimiento de microorganismos fotosintéticos y la producción de DMS, lo que a su vez conduce a disminuir la formación de nubes como un mecanismo cíclico de autocontrol. Por otra parte, las nubes promueven la lluvia. Finalmente, la luz solar entrante se refleja en las nubes, rebajando el calor en la Tierra y moderando por tanto el calentamiento global.

Los microbios determinan también algunas de nuestras percepciones, como el típico olor a tierra húmeda que se nota cuando llueve. Esto se debe a sustancias químicas volátiles (geosminas) que son producidas por microorganismos del suelo. Curiosamente, los laboratorios que cultivan actinomicetos huelen intensamente a tierra mojada. Como diminutas versiones del actor Gene Kelly en la película "Cantando bajo la lluvia", esos microorganismos parecen alegrarse de la llegada del agua que permite reiniciar su crecimiento detenido por la sequedad, y sintetizar, además de otras cosas, las olorosas geosminas. Estas sustancias también causan los aromas terrosos que se perciben en algunos vinos contaminados por actinomicetos.

## **40 años de Ecología en Murcia**

Angel Pérez-Ruzafa, 6 de octubre de 2018

Este curso 2018-2019 se cumplen cuarenta años de docencia e investigación en ecología en la Universidad de Murcia. Su impartición llegó en cuarto de carrera como consecuencia natural de la implementación de la licenciatura de Biología en 1975. Ese año, convulso socialmente, iniciamos los estudios la primera promoción movidos en muchos casos por la necesidad de comprender y defender algún ecosistema que nos resultaba entrañable y cuya degradación se anunciaba de forma dolorosa. En mi caso era el Mar Menor, pero en esa promoción había tantas ilusiones y objetivos como alumnos y muchos son hoy excelentes docentes e investigadores en botánica, fisiología, bioquímica, zoología... y por supuesto, ecología, con todas sus facetas.

La propia ecología estaba en esos años queriendo emerger como disciplina y sacudirse el estigma de ciencia blanda, descriptiva, poco predictiva e inmanejable debido a la complejidad de los problemas que aborda y a la multiplicidad de variables que pueden afectar al resultado. Pero, como en el caso de la física cuántica, la complejidad y la incertidumbre no son una barrera infranqueable para la ciencia y las aproximaciones probabilísticas, con herramientas como los análisis multivariantes, las teorías del caos o de las catástrofes y diseños experimentales para los muestreos de campo permiten un poder de predicción tan sólido como el de cualquier otra ciencia. Y esto la ha convertido en una herramienta eficaz para anticipar, diagnosticar y proponer soluciones a problemas ambientales de toda índole.

Como ecosistema virgen que abría un nuevo nicho ecológico, nuestra facultad fue rápidamente colonizada por profesores formados en otras universidades. Y esto fue una gran suerte para los estudiantes de Murcia porque llegaron discípulos directos de los dos padres de la ecología en España cuyas definiciones de ecología como “biofísica de los ecosistemas” (Margalef) o como “ciencia de los ecosistemas” (González Bernáldez) definen dos enfoques complementarios que cubren desde los principios básicos de la termodinámica a las repercusiones sociales y ambientales del uso que hacemos de los ecosistemas. Los sucesivos planes de estudios, la separación de nichos y la especialización, inevitables para reducir la competencia a medida que se incorporaban nuevas promociones, dieron lugar a una explosión de aproximaciones docentes e investigadoras: ecología aplicada, limnología, oceanografía, seguidas de ecología terrestre, de sistemas, metodológica y cuantitativa, evaluación de impacto ambiental, explotación de recursos vivos marinos, elementos de política ambiental... que luego se ramificaron y entrecruzaron dando lugar a una estructura compleja y diversa pero sin perder su productividad y con el denominador común de la preocupación y la lucha por desarrollar una ciencia comprometida con los problemas ambientales y la defensa de nuestros ecosistemas en base al conocimiento científico y cultural.

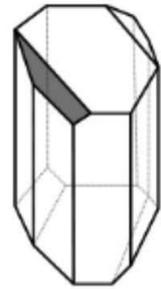
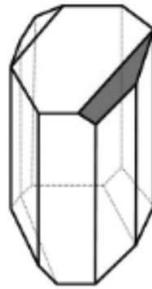
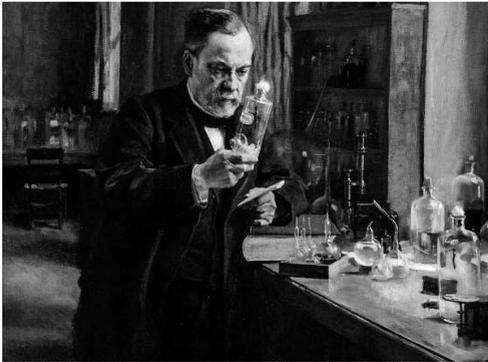
## **Ciencia ciudadana**

Angel Pérez-Ruzafa, 13 de octubre de 2018

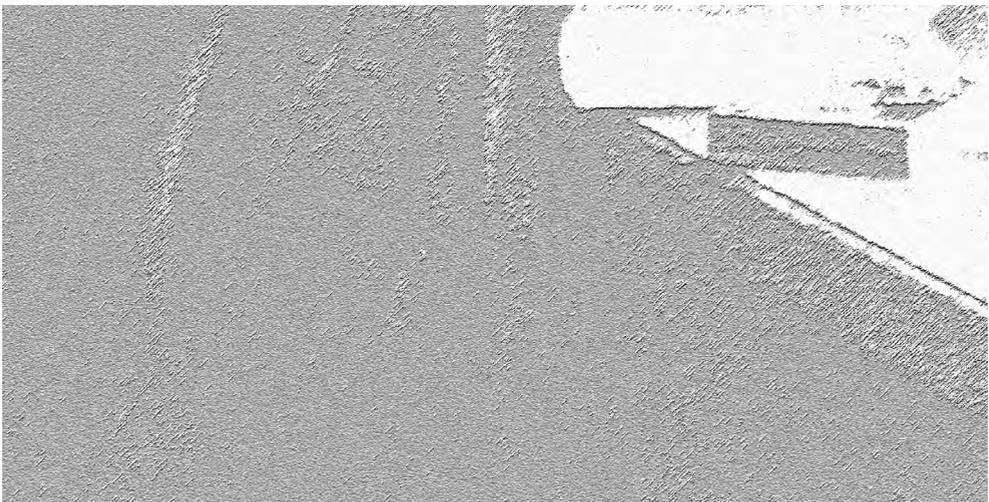
La ciencia trabaja con datos procedentes de observaciones que deben ser objetivas y realizadas bajo condiciones controladas o, al menos estar acompañadas de la suficiente información que permita conocer las fuentes de variabilidad que afecten a su interpretación. El número de observaciones necesarias para comprobar una hipótesis es proporcional a las fuentes de variabilidad no controladas. Trabajar en el laboratorio permite reducir esos factores fijando las condiciones del experimento. Pero en ecología, trabajando en la naturaleza, no es posible controlar todos los factores y esto hace esencial acumular un volumen alto de datos. Esto es caro por la inversión necesaria en tiempo, desplazamientos y personas, particularmente si los procesos abarcan rangos geográficos y temporales amplios.

Una solución imaginativa, que puede ser muy efectiva, es la ciencia ciudadana. Ello consiste en utilizar como datos las observaciones realizadas por cualquier ciudadano dispuesto a colaborar. Sus aplicaciones en la ecología pueden ser muy variadas y relevantes: la observación de especies invasoras, de la evolución de especies en peligro, la aparición y extensión de plagas, la detección de fuentes de contaminación o del estado ambiental... En el Mar Menor estamos teniendo muchos ejemplos, a través de asociaciones como Hippocampus o iniciativas individuales, en lo que respecta a observaciones del estado de las aguas, la evolución de las poblaciones de caballitos de mar, nacras o nuevas especies de medusas u opistobranquios, el estado de las praderas o las aves. En el Mediterráneo ya hay proyectos para el seguimiento de las praderas de Posidonia y en general proyectos como Observadores del mar.

La utilización de la ciencia ciudadana implica riesgos de subjetividad, falta de formación del observador, heterogeneidad en el método de observación o incluso de rigor, pero cualquier sistema de medida, incluso en el laboratorio, está sujeto a fuentes de error aleatorias que obligan a una depuración y análisis crítico de los datos antes, durante y después de su análisis para la extracción de conclusiones. Además, estas limitaciones pueden minimizarse con campañas de divulgación y estableciendo protocolos sencillos que mejoren el rigor de la observación. La utilización de páginas web para la introducción de los datos, donde se delimita los que son necesarios y su formato, es muy útil. La posibilidad de utilizar los teléfonos móviles para establecer la ubicación exacta del registro, el poder subir fotografías que ayuden a la validación de la observación y la identificación de especies o de las circunstancias en las que se ha producido, aportan una enorme robustez a la información facilitada. En una región como Murcia, en la que los recursos de investigación son muy limitados, y especialmente sensible a la aparición de especies invasoras, hacer esfuerzos desde la Administración para facilitar la ciencia ciudadana coordinada con los centros de investigación, puede ser una inversión altamente rentable y fundamental para la gestión de nuestros recursos y espacios naturales.



Louis Pasteur en su laboratorio (detalle del cuadro de Albert Edelfelt) y enantiómeros



## **Pasteur y la Química en 3D**

Alberto Tárraga Tomás, 20 de octubre de 2018

La aportación de los estudios de Pasteur a la industria de la alimentación es muy conocida, resultando muy común el término “pasteurización” para los consumidores de alimentos líquidos envasados, especialmente la leche.

Junto a éste y otros descubrimientos realizados por Pasteur en el campo de la Microbiología o Medicina —vacunas contra la rabia o el ántrax, por ejemplo—, destaca otro que, aunque socialmente menos conocido, fue fundamental para la Química. Se trata del descubrimiento en 1848 (hace ahora 170 años), de compuestos que cristalizaban como cristales que mantenían entre sí una relación de imagen especular. Fue el punto de partida para el estudio no sólo de la tridimensionalidad en Química Orgánica sino, también, del efecto que la disposición espacial de los átomos, en determinados tipos de estructuras, tiene sobre sus propiedades.

Estudiando el tartrato de sodio y amonio (sal del ácido tartárico) observó que éste cristalizaba en forma de dos tipos de cristales que eran imágenes especulares no superponibles (“enantiómeros”), lo mismo que lo son nuestras manos. Al separarlos, observó que cada grupo de cristales era ópticamente activo; desviaban el plano de la luz polarizada en la misma magnitud, pero en diferente sentido: derecha o izquierda. Estos experimentos le permitieron demostrar que esta actividad óptica dependía del carácter “asimétrico” de cada grupo de cristales. Estaba poniendo las bases para definir lo que actualmente se conoce como “quiralidad (del griego “kheir” = mano) molecular”. Este concepto, fundamental en diferentes áreas de la Química, lo es, también, a nivel molecular, para los seres vivos, ya que muchas de las moléculas que intervienen en ellos (aminoácidos y azúcares, por ejemplo), son quirales y estos seres prefieren utilizar, por razones desconocidas, sólo uno de los posibles enantiómeros en que aquellas pueden existir.

El fenómeno de la quiralidad tiene una especial relevancia en la industria farmacéutica, pues si un fármaco puede existir en formas enantiómeras, el efecto que tendrá sobre el organismo dependerá de la forma enantiopura en que se administre. Por ello, los organismos internacionales responsables del registro de fármacos exigen investigar, de forma independiente, la acción farmacológica de cada enantiómero. Igualmente ocurre en la industria de la alimentación, en cuanto a la percepción de olores y sabores, existiendo casos tan curiosos como el del aspartamo cuyo enantiómero (*S,S*) es dulce, mientras el (*R,R*) amargo.

La trascendencia de este descubrimiento fue de tal magnitud que a Pasteur se le concedió, con 26 años, la Legión de Honor francesa.

## **Ciencia, Fe, Razón y Religión**

Ángel Ferrández Izquierdo, 27 de octubre de 2018

En su libro *Una breve historia del tiempo*, Hawking se pregunta qué significaría si alguna vez descubriéramos por qué existimos nosotros y el Universo, y responde: “Sería el triunfo final de la razón humana, porque entonces conoceríamos la mente de Dios”. De ello, alguien interpretó que Hawking creía en Dios. Tres años antes de su muerte, Hawking lo quiso dejar claro: “Antes de entender la ciencia, es natural creer que Dios creó el Universo. Pero ahora la ciencia ofrece una explicación más convincente. Lo que quise decir con ‘conoceríamos la mente de Dios’ es que sabríamos todo lo que Dios sabría, si hubiera un Dios, que no existe. Soy ateo.”

Las insistentes declaraciones de Hawking negando la existencia de Dios a pocos sorprendían, pues a lo largo de los años, había manifestado reiteradamente su oposición a las creencias religiosas. Por ejemplo, hablando de ciencia y religión: “Hay una diferencia fundamental entre la religión, que se basa en la autoridad, y la ciencia, que se basa en la observación y la razón. La ciencia ganará porque ésta funciona.” Y sobre la creación: “Somos libres de creer lo que queramos y creo que la explicación más simple es que no hay Dios. Nadie creó nuestro Universo y nadie dirige nuestro destino. Esto me lleva a una profunda comprensión de que probablemente tampoco haya cielo ni vida después de la muerte. Tenemos esta vida para apreciar el gran diseño del Universo y por eso me siento muy satisfecho”.

Las posibles controversias Ciencia, Fe y Razón suelen dar mucho juego mediático y, de hecho, existen en internet largas listas de eminentes científicos que se declaran ateos y son muy activos tanto en defender sus opiniones como en atacar las contrarias. Es difícil pontificar sobre tan delicado asunto, pero me apetecía tocarlo para ponderar la figura de George Lemaître.

La apertura de la Iglesia al progreso científico se inició con el papa Pío XII. Tras la lectura del libro de Lemaître, *El átomo primigenio*, Pío XII intentó identificar el estado inicial de las cosmologías del Big Bang con el acto de la creación divina. Ello ocasionó una gran controversia que pudo ser apaciguada gracias a la intervención del propio Lemaître, quien ya entonces gozaba de un gran prestigio mundial gracias al reconocimiento con que Einstein le distinguió. Fue suficiente con que Lemaître insistiera en que el átomo primigenio y la hipótesis del Big Bang deberían juzgarse únicamente como teorías físicas, quedando completamente al margen de cualquier consideración teológica

## ***¿Cuál será el color de nuestro futuro?***

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad, 3 de noviembre de 2018

Vivimos en un mundo globalizado e industrializado que cambia a gran velocidad. Ello es debido al enorme crecimiento que tiene lugar simultáneamente en muchas zonas. Hace algunos años se acuñó el término de *crecimiento verde* en el que convergen los intereses de la economía y del ambiente. En este contexto, el valor del capital natural se ve como un factor de producción que es finito y agotable, por lo que se han de realizar esfuerzos para que se mantenga y se proteja. Este concepto fue matizado para incluir los temas sociales de superación de la pobreza y, sobre todo, los intereses de equidad y desarrollo humano. La Agencia Europea para el Ambiente interpreta la economía verde como una economía en la que las innovaciones y las políticas aplicadas permiten que la sociedad genere cada vez más valor y más empleo ayudando a reducir la pobreza, a la vez que conserva los sistemas naturales que la sustentan. En este nuevo enfoque la producción y el consumo han de ser sostenibles.

Por otro lado, según la Fundación Aquae (Fundación del Agua) el 97% del agua que hay en la Tierra se encuentra en los océanos. Por ello, muchos continentes, incluida la vetusta Europa, miran ahora a los mares y océanos con otros ojos. El resultado es el *crecimiento azul*, una estrategia que promulga el crecimiento sostenible de los sectores marino y marítimo. Esta visión azul de la economía reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y para el crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Tenemos ahora la ardua tarea de diseñar estrategias que posibiliten que se implementen las medidas más adecuadas para fomentar el crecimiento sostenible, teniendo en cuenta los factores oceanográficos, climáticos, económicos, sociales y culturales de las diferentes cuencas marítimas.

Sin embargo, es descorazonador reconocer que, a pesar de que muchas organizaciones internacionales llevan décadas tratando de concienciarnos de la importancia de preservar los recursos naturales y contener la contaminación, las acciones implementadas en este sentido son todavía muy insuficientes. Este inmenso problema global requiere una solución consensuada por los principales actores políticos y económicos a nivel internacional, pero también a nivel regional, local e individual. Merece la pena aportar nuestro grano de arena a la supervivencia del planeta ya que, aunque sea caro, resultará muy rentable. ¿Cuál es el color resultante al mezclar verde y azul? color futuro.

## **El genial Gerolamo Cardano**

Ángel Ferrández Izquierdo, 10 de noviembre de 2018

Es muy frecuente leer, o incluso escuchar de gente pretendidamente culta, que los números complejos surgieron al intentar encontrar un número cuyo cuadrado fuera  $-1$ . Para conocer la verdadera historia hemos de remontarnos a la Italia de mediados del siglo XVI y encontrarnos con su verdadero descubridor, el indómito Cardano. Este hombre nació en la miseria, de padres no casados, en Milán, el 24 de septiembre de 1501, llegó a ser el mejor y más famoso médico de su tiempo y finalmente murió, de nuevo en la miseria, en Roma, el 20 de septiembre de 1576. Fue un personaje tan extraordinario como extravagante, todavía hoy poco conocido.

Su nombre es común entre los mecánicos de automóviles, pues en 1545 inventó el engranaje, hoy conocido como cardán, que permite transmitir el movimiento de rotación entre dos ejes no coaxiales. Además, Cardano fue capaz de incorporarlo al vehículo real del emperador Carlos V, asegurando así un viaje suave en caminos muy tortuosos. Hizo muchos otros inventos, como una cerradura de combinación similar a las utilizadas en las cajas fuertes modernas.

Acabó brillantemente sus estudios de Medicina en la Universidad de Pavia en 1525, pero el Colegio de Médicos de Milán le negó la admisión por su carácter intransigente y pendenciero, y por considerarlo hijo ilegítimo. No obstante, logró ser contratado como profesor de matemáticas en la Fundación Piatti de Milán, dejándole mucho tiempo libre para el ejercicio clandestino de la medicina, logrando algunas curaciones casi milagrosas que le reportaron una gran reputación, muchos patrocinadores influyentes y, por fin, la colegiación. Fue profesor de Medicina de las universidades de Pavia y Bolonia. Expulsado de esta ciudad, fue denunciado a la Inquisición y en 1570 fue encarcelado por hereje, aunque solo por unos meses, pues el Papa lo perdonó y le concedió una pensión.

En 1524 escribió *El libro de los juegos de azar*, donde sentó las bases de la teoría matemática de la probabilidad, que inmediatamente aplicó, convencido de que la comprensión de sus leyes le granjearía ventaja sobre sus oponentes, recurriendo al juego para mejorar sus finanzas. De hecho, logró financiar sus estudios de medicina, pero desgraciadamente cayó en una adicción que duraría muchos años y le robó el tiempo, el dinero y la reputación.

En 1545 publicó *Ars Magna*, donde apareció el primer análisis completo de la solución de las ecuaciones cúbicas mediante radicales. Se encontró perturbado pues frecuentemente la fórmula contenía raíces cuadradas de números negativos, a los cuales Cardano se refería como “torturas mentales”.

## **Frankenstein deconstruido**

Rafael García Molina, 17 de noviembre de 2018

Hoy en día, la imagen del ser creado por Victor Frankenstein, así como el procedimiento empleado para insuflarle el hálito vital, se han convertido en unos estereotipos que no aparecen descritos en la novela de cuya publicación se celebra este año el bicentenario. De hecho, proceden del primer largometraje inspirado en la obra de Mary Shelley, protagonizado por Boris Karloff y dirigido por James Whale en 1931.

*Frankenstein o el moderno Prometeo* fue concebido por Shelley durante el verano de 1816, mientras pasaba unos días en la villa del poeta Lord Byron a las orillas del lago de Ginebra. Se publicó el 1 de enero de 1818 (de forma anónima). Pero hubo que esperar hasta la segunda edición (1823) para que el nombre de su autora apareciera en el libro.

El argumento de la novela se ha convertido en una metáfora sobre el ejercicio de la ciencia y sus consecuencias morales. Mary Shelley estaba al tanto de los avances científicos de su época. Conocía los estudios sobre la electricidad realizados por Benjamin Franklin (en 1752 “extrajo” electricidad de un rayo mediante una cometa), Luigi Galvani (en 1780 descubrió –casualmente– los efectos de la electricidad sobre los músculos animales) y Alessandro Volta (quien inventó en 1800 la batería eléctrica). Sin embargo, en la novela solo hay una referencia explícita a la electricidad y, seguidamente, a una máquina eléctrica, cuando Victor Frankenstein evoca la impresión que le causó una fuerte tormenta durante su juventud. Posteriormente aparecen bastantes tempestades a lo largo de la obra, principalmente asociadas a momentos significativos de la misma. Sin embargo, en ningún instante se explicita el uso de la electricidad (ni, mucho menos, de la de que tiene su origen en los fenómenos meteorológicos), ni se detalla la naturaleza exacta del procedimiento empleado para insuflar el hálito vital a la criatura creada por Frankenstein reuniendo piezas de cadáveres durante su estancia en la Universidad de Ingolstadt. Tan solo se dice que descubre un principio vital previamente desconocido, lo cual le permite dar vida a la materia inanimada.

En conclusión, la novela *Frankenstein o el moderno Prometeo* no detalla cuál fue la chispa de la vida que empleó el Victor Frankenstein para dotar de vida a su creación. Tampoco confiere el título de Doctor al joven Frankenstein, que no es el nombre de la criatura o monstruo, sino de su creador, quien no exclama “¡Está vivo!” cuando observa que su ser cobra vida. Y, por supuesto, tampoco existe ese inseparable ayudante de Victor Frankenstein, inmortalizado por Igor (“Aigor”) en *El jovencito Frankenstein* (¿o era “Fronkonstin”?).

En definitiva, ha sido la industria de Hollywood la que nos ha transmitido todos los tópicos que asociamos a la obra de Mary Shelley. Pero siempre podemos leer la novela original. ¡Y qué mejor excusa que su bicentenario!

## **La importancia de lo invisible en la naturaleza**

Angel Pérez-Ruzafa, 24 de noviembre de 2018

Decía Ramón Margalef que los movimientos conservacionistas tendían a ocuparse únicamente de los animales de pelo y pluma. Algo de esto ha cambiado en los últimos años y la preocupación empieza a centrarse en otros organismos que, como las abejas, juegan papeles importantes en el funcionamiento de los ecosistemas. En el medio marino, donde se materializa especialmente el dicho “ojos que no ven, corazón que no siente”, con la generalización del buceo y de la fotografía subacuática, aparte de los cetáceos y las focas, ya abundan imágenes espectaculares de corales u opistobranquios y se ha generalizado la preocupación por algunos peces emblemáticos como los caballitos de mar, la anguila o los meros. Sin embargo, seguimos cayendo en valorar sólo lo que vemos. Quiero aquí romper una lanza por la importancia de lo invisible. En la naturaleza, y de forma muy particular en los ambientes marinos, el papel de los organismos microscópicos es esencial para el funcionamiento de las comunidades y la integridad del ecosistema. En realidad, son el verdadero motor de los flujos de energía en el océano, tanto en la columna de agua como en los fondos. Además, no solo generan materia orgánica nueva a partir de la fotosíntesis y la quimiosíntesis, sino que son los recicladores por excelencia de la materia orgánica degradada, aumentando la producción en la zona pelágica y haciendo la vida posible en las grandes profundidades. En los últimos años, el fitoplancton ha hecho su entrada en sociedad haciéndose conspicuo mediante proliferaciones masivas formando mareas verdes o rojas que nos alertan de los procesos de eutrofización o de riesgos de toxicidad. En el Mar Menor se ha hecho patente hasta qué punto pueden tener importancia para la economía si conllevan la pérdida de la calidad de aguas. Sin embargo, seguimos ignorando el papel que juegan en su mantenimiento. Las noticias, incluso desde el ámbito científico, se han hecho eco de la desaparición de las praderas del alga *Caulerpa prolifera* y mostraban manos levantando sedimentos limosos como síntoma de destrucción y muerte. Ahora, la recuperación de esas praderas se ve con alivio. Lo que se ignora es que *Caulerpa* era un alga invasora y que su desaparición, y tras la recuperación de la calidad del agua al reducirse la entrada de nutrientes, ha permitido la recolonización de los fondos por diatomeas y cianofíceas bentónicas que, aunque son microscópicas, o precisamente por serlo, son mucho más productivas, oxigenan la capa superficial de sedimento volviéndolo de color pardo y permiten su refaunación, facilitando los flujos hacia la red trófica que termina en rendimiento pesquero. Es decir, el Mar Menor de antes del dragado del canal de El Estacio. Ojalá el color verde espectacular de *Caulerpa* no nos haga ignorar la importancia de lo invisible.

## ***Singularidades de género en la Tabla periódica***

Isabél M<sup>a</sup> Saura Llamas, 1 de diciembre de 2018

El año 2019 es el año internacional de la tabla periódica y con este motivo le propongo un pequeño juego: ¿cuántos nombres de elementos podemos relacionar con el género femenino?

Hay actualmente 118 elementos en la tabla periódica. Aunque no sea consciente, usted sabe el nombre de muchos de ellos: calcio, carbono, oxígeno, azufre, iodo, oro, hierro, mercurio... ¿Cómo se eligen esos nombres? La mayoría fueron propuestos por la persona que los descubrió y generalmente están relacionados con uno de estos cuatro aspectos: a) las propiedades del elemento o de sus compuestos (como el color o el olor), b) el nombre del mineral a partir del cual se aisló, c) el lugar donde se descubrió o d) el nombre de un científico relacionado con su descubrimiento (o con su descubridor).

La mayoría de estos nombres se consolidaron antes del siglo XXI, de manera que no es extraño que predominen los nombres masculinos. Quizá “predominar” no sea el término correcto. ¿Sabe cuántos elementos químicos hay de género femenino? Solo uno: la plata. Más que un “predominio” parece un dominio completo.

Otra pregunta: ¿cuántos elementos llevan el nombre de una mujer? Podemos hacer una pequeña trampa e incluir aquí el nombre de diosas y heroínas de la antigüedad. En este caso, tenemos seis elementos: vanadio (por Vanadis, diosa de la belleza escandinava), selenio (por Selene, diosa griega de la luna), niobio (en honor de Níobe, hija de Tántalo), paladio (por Palas Atenea, diosa de la sabiduría), cerio (Ceres, diosa romana de la agricultura) e iridio (Iris, mensajera de los dioses griegos). Estrictamente hablando sólo hay dos elementos cuyo nombre deriva del apellido de mujeres: el curio (en honor de Marie Skłodowska-Curie y también de su marido, Pierre) y el meitnerio (nombrado así por Lise Meitner, una famosa matemática y física, de origen austriaco y nacionalizada sueca).

Solo nos queda explorar un aspecto más relacionado con el género. ¿Cuántos elementos químicos diría usted que han sido descubiertos por mujeres? Si mis fuentes no me fallan, las mujeres han participado directamente en el descubrimiento de cuatro elementos químicos: radio y polonio (Marie Skłodowska-Curie), renio (Ida Tacke, química alemana nominada tres veces al premio Nobel) y francio (Marguerite Perey, física francesa y primera mujer que ingresó en la Academia de Ciencias de ese país).

No es necesario que recuerde el nombre de los elementos relacionados con mujeres. Recuerde y conozca el nombre de las extraordinarias mujeres que han contribuido al desarrollo de la Ciencia.

## ***El nombre de las bacterias***

Mariano Gacto Fernández, 8 de diciembre de 2018

En un millonario concurso televisivo de amplia audiencia, cuyo título recuerda la explosión de una bomba, se preguntó hace unas semanas cuál era el nombre de la bacteria que produce la tosferina, una enfermedad infantil infecciosa de las vías respiratorias. Como era presumible, y tal vez porque entre los integrantes del equipo interrogado no había médicos o personas relacionadas con actividades sanitarias, los concursantes no pudieron responder correctamente que la bacteria causante es *Bordetella pertussis*, un microorganismo cuyo único huésped es el ser humano. Como en el caso de otras bacterias, este curioso nombre y el de la enfermedad que origina tienen su historia. Todos los seres vivos, incluidas las bacterias, se designan científicamente por dos palabras latinas siguiendo la nomenclatura linneana, el género y la especie.

El género *Bordetella* debe su nombre al personaje que hace ahora alrededor de cien años recibió el premio Nobel de Fisiología y Medicina por descubrir la elusiva bacteria asociada a la hasta entonces misteriosa enfermedad. Se trata del belga Jules Bordet, que obtuvo el premio Nobel en 1919 tras un paréntesis de varios años sin que la academia sueca concediera dicho premio debido al desarrollo de la Primera Guerra Mundial. La palabra tosferina (o tos ferina) deriva del latín “tussis ferina” (tos de fiera salvaje) porque un síntoma característico de la enfermedad son los sonidos parecidos a un rugido animal que acompañan a la tos convulsiva. La especie *B. pertussis* resalta precisamente esos violentos brotes de tos.

En otros tiempos, la tosferina se llamó también “coqueluche”. Esta denominación parece ser la adaptación española de una palabra de origen francés derivada del latín “cucullus” (capucha). Se dice que en Francia se obligaba a las personas enfermas de tosferina a cubrirse con una capucha, lo que pudo dar lugar al nombre francés de la enfermedad y a su versión española. Otros creen que tal denominación está relacionada con el vocablo francés “coq” (gallo) porque los episodios de tos espasmódica suelen culminar con una especie de inspiración que recuerda el canto del gallo. Finalmente, hay quien relaciona este nombre con “coquelicot” (amapola), ya que para detener las crisis de tos se empleaba tintura de opio, extraída de la amapola.

Sea cual sea el origen de esta sinonimia, hoy estamos por fortuna normalmente inmunizados contra esta enfermedad infecciosa pues la vacuna triple bacteriana nos protege simultáneamente contra la difteria, el tétanos y la tosferina.

## **Academia de Ciencias: Orgullosos de los premios obtenidos por nuestros académicos**

Juan Carmelo Gómez Fernández, 15 de diciembre de 2018

La Academia de Ciencias de la Región de Murcia se siente muy honrada con la reciente concesión de Premios Nacionales de Investigación a dos de nuestros académicos a los que felicitamos calurosamente. Pablo Artal Soriano ha sido reconocido muy merecidamente, sumándose a su anterior galardón el Premio Rey Jaime I. En este caso el jurado le ha concedido el Premio Nacional 'Juan de la Cierva' de Transferencia de Tecnología "por sus contribuciones pioneras en la utilización de métodos innovadores para la evaluación y corrección de la visión y su impacto en la salud ocular. Destaca también su trayectoria científica y tecnológica de muy alto nivel, reconocida a nivel nacional e internacional".

Por otra parte, Rafael Rebolo ha obtenido el Premio Nacional "Blas Cabrera" de Ciencias Físicas, de los Materiales y de la Tierra. Rebolo es el director del Instituto Astrofísico de Canarias y se le ha concedido este premio por "la relevancia de sus contribuciones al conocimiento del cosmos. En particular se destacan sus contribuciones pioneras en el descubrimiento de exoplanetas gigantes y supertierras, el decaimiento de estrellas en agujeros negros y la detección del fondo de microondas y su anisotropía (propiedad general de la materia según la cual cualidades como elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz, etc. varían según la dirección en que son examinadas". Rebolo ha sido también galardonado con numerosos premios como el Rey Jaime I de Investigación.

Estos dos se unen a otros académicos de nuestra Academia de Ciencias galardonados anteriormente como Ignacio Cirac, que ha recibido numerosos premios entre los que destacan el Premio Quantum Electronics (2005), el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica (2006), el Premio Nacional de Investigación Blas Cabrera (2007), el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas (2008), la Gran Cruz de la Orden del Dos de Mayo (2011), el Premio Wolf en Física (2013) y la Medalla de Honor del Instituto Niels Bohr (2013). También Antonio Córdoba Barba, además de cosechar numerosos premios internacionales, fue galardonado en 2011 con el Premio Nacional de Investigación "Julio Rey Pastor", en el área de Matemáticas y Tecnologías de la Información. Igualmente, Jesús Ávila de Grado recibió el Premio Nacional de Investigación Santiago Ramón y Cajal (2004) por sus estudios sobre "morfología y funcionalidad de las neuronas, y procesos neurovegetativos como la enfermedad de Alzheimer".

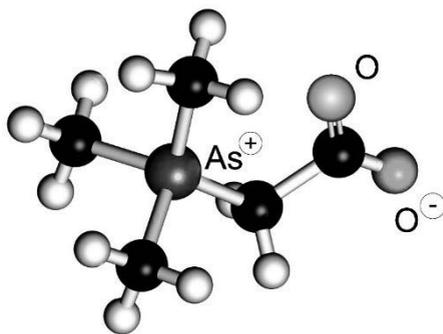
## Especiación

Manuel Hernández Córdoba, 22 de diciembre de 2018

En el contexto químico, el término especiación se refiere a la discriminación entre las distintas especies químicas en las que puede encontrarse un elemento, por lo general un metal. Así, por ejemplo, el hierro puede estar presente en el agua, alimentos o muestras ambientales en dos formas, que se denominan ferrosa y férrica. El elemento es el mismo pero las propiedades químicas difieren mucho entre una y otra. Se comprende que la conveniencia de conocer la especiación de un elemento en una muestra dada se debe a que la reactividad química y el efecto sobre los seres vivos puede ser muy variable de una especie a otra, de forma que la concentración total en un alimento o muestra ambiental no es suficiente para obtener información sobre el efecto que produce.

La especiación de arsénico es de gran interés por la repercusión mediática que suscita este elemento. La toxicidad de los compuestos de arsénico es conocida desde tiempos muy pretéritos, de forma que muchos los consideran como venenos por antonomasia, apreciación excesiva pues otras especies químicas son mucho más tóxicas. El elemento no es muy abundante, pues su contenido promedio en la corteza terrestre es alrededor de dos gramos por tonelada, pero está ampliamente distribuido, de manera que puede encontrarse prácticamente en cualquier lugar en forma de compuestos inorgánicos u orgánicos, siendo los primeros mucho más tóxicos que los segundos. Dejando aparte los problemas originados en zonas de influencia minera, donde existen acumulaciones del elemento, la mayor exposición en nuestro entorno es a través de la ingesta de alimentos de origen marino. Sin embargo, la presencia de este elemento en peces no debe suscitar alarma. El mar es un sumidero de todo tipo de materiales que llegan disueltos o en suspensión a través de ríos y escorrentías, lo que incluye desde luego especies arsenicales. La sabia naturaleza desarrolló hace muchos años un proceso metabólico natural por medio del cual el arsénico ingerido por estos organismos queda bloqueado en una forma de muy baja toxicidad denominada arsenobetaina. Esto es, el músculo del pez puede contener arsénico, pero estará presente como una especie química casi inocua para el ser humano, que puede ingerir el alimento y luego excretarla sin problema. La especiación hecha en el laboratorio demuestra que la práctica totalidad del arsénico presente en los organismos marinos se encuentra como arsenobetaina, por lo que la ingesta habitual de estos alimentos no tiene que conllevar riesgo alguno.

Estructura de la molécula de arsenobetaina



## **Los estadios de la verdad: del dato a la pancarta**

Angel Pérez-Ruzafa, 12 de enero de 2019

Decía el filósofo alemán Arthur Schopenhauer (1788 –1860) que toda verdad pasa por tres fases: “primero es ridiculizada; segundo, se le opone violentamente; y tercero, es aceptada como evidente”. De las dos primeras fases tenemos numerosos ejemplos, desde la negación del cambio climático, al estado del Mar Menor en los años previos a que se hiciera patente su deterioro. Dicha negación y oposición no viene solo de los políticos que tendrían la obligación de gestionarla adecuadamente para anticipar y evitar problemas mayores, o de los sectores económicos interesados en extraer beneficios de la situación en la que se produce, sino también del propio ámbito científico, al que le rompe los esquemas preestablecidos, y de la sociedad en general, que no desea oír malos augurios. Estos dos últimos casos, incluso cuando son minoritarios, suelen servir de excusa y justificación a la negación de los primeros. El poder político y económico tiende a retroalimentar la duda mediante la financiación de los grupos de investigación discrepantes o campañas publicitarias. Estas situaciones se producen a diario, con multiplicidad de temas y afectan a todas las escalas, desde la más local a la global.

Finalmente, la realidad se impone, muchas veces ya demasiado tarde, y la verdad termina siendo aceptada.

Sin embargo, aunque Schopenhauer no llevó más lejos su reflexión, no se cierra aquí el proceso. Una vez asumida, se inicia la explotación de la “nueva verdad”. Quienes la negaban hacen ahora alarde de haberla defendido siempre, se inician nuevas líneas basadas en ella y comienza su explotación intelectual y económica. Entonces surge un cuarto estadio, en el que la verdad se pretende que sea absoluta y es enarbolada de forma fundamentalista, convirtiéndose en pancarta. Ahí se inicia un nuevo ciclo.

La ciencia parte de datos para construir esquemas conceptuales de cómo funciona el mundo. Las teorías deben ser capaces de explicar dichos datos y la respuesta de los sistemas dadas unas condiciones de partida. Cuando un dato se sale de las predicciones, éste debe ser revisado por si fuera resultado de un error de medida o transcripción, pero si no hay razones objetivas para descartarlo, entonces lo que debe revisarse es el esquema conceptual que lo explique y que debe seguir siendo coherente también con los datos anteriores. De este modo nuestro conocimiento progresa continuamente. Lo que funciona en unas condiciones dadas, y parece una verdad absoluta y sin resquicios, puede tener comportamientos distintos en otras circunstancias y el cambio de una sola variable que no se ha tenido en cuenta puede llevar a resultados diferentes. Por ello, debemos desarrollar el sentido crítico, especialmente el autocrítico, con una mirada abierta, holista, flexible ante la naturaleza para no ir de fundamentalismo en fundamentalismo. Solo así iremos descubriendo los matices y complejidades de la verdad. Y entonces nos hará libres.

## ***La financiación de la ciencia***

Angel Pérez-Ruzafa, 19 de enero de 2019

Esta semana estuvo en Murcia el ministro de Ciencia, innovación y universidades y se comentó que los países que más invierten en Investigación+Desarrollo+innovación son los más desarrollados. Esto tiene base física. Mientras que la segunda ley de la termodinámica predice que todo tiende al desorden y al aumento de la entropía, la vida neutraliza dicha ley y consigue ser posible utilizando los flujos de energía para generar un trabajo que utiliza en construirse a sí misma. Con ello adquiere una estructura que le permite ser más eficiente en la utilización de la energía y, de este modo, crecer más, hacerse más compleja y tener acceso a más recursos de forma más eficiente. Esto conduce al principio de San Mateo, llamado así por la coletilla final de la parábola de los talentos: “al que más tiene más se le dará, y al que menos tiene, hasta lo poco que tiene se le quitará”. Aunque la segunda ley llevaría a la homogeneidad total y la muerte absoluta, en la que ya no pasa nada, la conversión de los flujos de energía en trabajo permite el crecimiento y mantiene la vida. El universo funciona así. Por ello, disipar energía sin convertirla en trabajo útil e infraestructuras es un suicidio, incluso en tiempos de abundancia, y para salir de una crisis en épocas de escasez lo inteligente es emplear los pocos recursos disponibles en conocimiento que diseñe infraestructuras más productivas y eficientes. Esto es esencial para sobrevivir. Otra cuestión es dónde es mejor invertir. Como hemos visto, los sistemas, a medida que crecen, adquieren biomasa (infraestructuras), pero esto les obliga a consumir cada vez más recursos para su mantenimiento. Generalmente el balance neto más elevado entre lo que se produce y lo que se consume es máximo en estadios relativamente jóvenes de la sucesión ecológica, mientras que, en los estadios más maduros, donde la biomasa es elevada, la productividad tiende a cero, porque todo lo que se produce lo consume el propio metabolismo. De hecho, los costos de mantenimiento crecen exponencialmente con el nivel de estructura. Los ecosistemas humanos, como ciudades, regiones o países, tienden a sobrepasar las infraestructuras que pueden permitirse en base a su propia producción y se ven obligados a explotar con avaricia la producción de otros, mediante un comercio desequilibrado, la invasión directa o el chantaje independentista. Por supuesto, una inversión inteligente de quien gestiona los recursos no debería basarse en el chantaje, pero ni siquiera en la biomasa o en la producción bruta que tienen, sino en la productividad, que es la producción por unidad de infraestructuras. Es aquí donde sería más rentable invertir para compensar los desequilibrios del sistema y evitar que el exceso de crecimiento de algunas regiones termine colapsando el sistema y agotando los recursos de los que sí son productivos.

## ***Ciencia y parapsicología***

Mariano Gacto Fernández, 26 de enero de 2019

Muchas personas, con enfoques muy diversos, dedican parte de su actividad al estudio de hechos que la mayoría de los científicos consideran inexistentes. Si existieran, habría que considerarlos inexplicados y, como a los científicos no les gustan las cosas que no se pueden explicar, miran con cierta hostilidad esos fenómenos y a las personas que se obstinan en afirmar su existencia con pruebas pseudocientíficas. Por ejemplo, hay quienes afirman que las investigaciones parapsicológicas constituyen una verdadera ciencia porque, como las demás, se basan en la observación y el experimento. Los estudios relacionados con estas materias suponen la existencia de percepciones extrasensoriales y de ciertas facultades presuntas del hombre que incluyen, entre otras, la telepatía, la clarividencia, la precognición, la escritura automática o la psicoquinesis.

En la actividad científica real, la observación y el experimento se vinculan entre sí por las hipótesis de trabajo. La parapsicología, sin embargo, aunque ha pasado también de la observación al experimento, apenas ha progresado en el terreno de la reproducibilidad o en el planteamiento de hipótesis susceptibles de interpretación. Si la parapsicología llegara un día a explicar lo analizado y producir un experimento repetible, sus defensores dispondrían al menos de una prueba de más peso que la simple probabilidad y la ciencia se vería así obligada a admitir su realidad objetiva, con todas las consecuencias revolucionarias que ello supondría.

Las principales objeciones a la percepción extrasensorial se resumen en tres apartados. En primer lugar, no se ha hallado todavía alguna base material convincente que la apoye, lo que constituye un argumento realmente decisivo. En segundo lugar, es con frecuencia un coto tradicional de aprovechados, dedicados a la superstición y al engaño. Finalmente, los fenómenos que predica descansan sobre probabilidades estadísticas de pequeña magnitud absoluta y no ofrecen ninguna garantía de reproducción o repetición.

La química se asoció durante mucho tiempo con la alquimia, pero ha llegado a ser una ciencia venerable. Y aunque nadie ha visto hasta ahora un minúsculo mesón, los físicos no dudan por ello de su existencia. Esto se debe a que el objeto material de las verdaderas ciencias, a diferencia de cosas parecidas, es susceptible de cuantificación absoluta y de reproducibilidad experimental. Pero no son pocos quienes esperan y creen que todos los fenómenos parapsicológicos que engloba la percepción extrasensorial se explicarán en su día en términos de causa y efecto y quedarán incorporados a una especie de psicología fisiológica normal. De momento, habrá que esperar.

## **Davos también es ciencia y tecnología**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 2 de febrero de 2019

Davos es una pequeña ciudad suiza que, anualmente desde 1991, convoca al Foro Económico Mundial para reflexionar sobre los principales problemas a los que nos enfrentamos como habitantes de un mismo planeta. Acaba de celebrarse con la asistencia de relevantes líderes políticos, de opinión o económicos, llenando de noticias los medios de comunicación mundiales.

Un año más, aunque desapercibidas para el gran público, la ciencia, la tecnología y la innovación han tenido su espacio de reflexión sobre hacia dónde se dirigen. Una suerte de *quo vadis* para la I+D+I.

Reflexionar sobre la relación entre los científicos, la ciencia, la tecnología y los ciudadanos ha sido uno de los principales debates como estrategia para tener sociedades más formadas, capaces de decidir en un planeta cambiante, y no solo debido al cambio climático. También la necesidad de la alfabetización digital reforzando el pensamiento crítico y la creatividad. O la empatía y la colaboración necesarias para evitar desigualdades como resultado de los avances científicos y tecnológicos.

Los efectos ineludibles de la cuarta revolución industrial en la que estamos inmersos han estado también bajo los focos, no como amenazas para nuestro bienestar o el empleo, sino como cambio sustancial imparable que obliga a los países y sus gobiernos, junto a sus científicos, a sumarse a esta discusión y diseñar un futuro que, de otro modo, nos diseñará a nosotros.

En Davos se han señalado las tecnologías relevantes, emergentes y digitales, que van a afectar a la sociedad civil de un modo inequívoco y sobre las que habrá que tomar decisiones. El uso de millones de datos que se generan diariamente, públicos y privados, cuyo uso del quién y el cómo pueden ser utilizados debe ser definido; la seguridad en los entornos digitales; la inteligencia artificial y los algoritmos de aprendizaje; *blockchain* y las tecnologías distribuidas; los drones y los vehículos autónomos, incluido el servicio de mensajería y reparto; las impresoras multidimensionales; la realidad virtual, aumentada y mixta o las biotecnologías como aquellas asociadas a la edición genética y los entornos en las que son o deben ser desarrolladas y aplicadas.

El conocimiento y las innovaciones tecnológicas cambian diariamente el mundo. Y en Davos se han analizado casos reales, iniciativas públicas, privadas o en colaboración de ambas partes que deben servir de inspiración a las estrategias europeas (como las misiones del próximo programa Horizonte Europa), nacionales o regionales. Soluciones a nuestros problemas más urgentes como sociedad y entre las que están las necesidades energéticas, de recursos naturales, de contaminación, de envejecimiento, de alimentación, de demografía, migraciones o debidas al cambio climático y que requieren de un nuevo modo de pensar como se hace, a modo de ejemplo, a través de la economía circular.

Davos ha vuelto a ser un espacio de reflexión sobre nuestro futuro como humanidad y la ciencia y la tecnología, un año más, han vuelto a dejar sus necesarias contribuciones.

## ***Tabla periódica, mujeres y ciencia***

Alberto Tárraga Tomás, 9 de febrero de 2019

Se cumple este año el 150 aniversario de la publicación de la Tabla Periódica de los Elementos por el químico ruso Dmitri Mendeléyev lo que motivó que, en la 72ª Reunión de la Asamblea General de la ONU, se proclamara el 2019 como el Año Internacional de la “Tabla Periódica de los Elementos Químicos”. Este hecho, constituye un modo de reconocer la importancia de la Química en el desarrollo de la sociedad mediante la aportación de soluciones a problemas globales relacionados con agricultura, salud y energía.

Para celebrar esta conmemoración, la Facultad de Química de la Universidad de Murcia, bajo los auspicios de la UNESCO, y en colaboración con la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), European Chemical Society y la Real Sociedad Española de Química ha organizado, los días 11 y 12 de febrero, el simposio “Setting their Table: Women and the Periodic Table of Elements” que constituye el pistoletazo de salida al resto de actividades que con este motivo la UNESCO ha organizado a lo largo y ancho de la geografía mundial.

En este simposio se abordarán diferentes temas, pero todos ellos focalizados en demostrar el protagonismo que la mujer ha ejercido en el desarrollo de la Química a lo largo de la historia, y no siempre bien reconocido. Baste citar que desde el año 1901 en que se entregaron los primeros premios Nobel, hasta la edición de 2018, sólo 17 mujeres han sido distinguidas con el Premio Nobel de Ciencias, lo cual parece indicar que el reconocimiento a la excelencia en investigación ha estado ligado, fundamentalmente, al género masculino. Y esta diferencia investigador/investigadora se manifiesta incluso a nivel del ciudadano de “a pie”: que siempre asociará “penicilina” a Fleming pero que, sin embargo, desconoce el importante papel que desempeñó Dorothy Crowfoot Hodgkin – tercera mujer en conseguir el Premio Nobel de Química – al determinar la estructura de la penicilina, que permitió la investigación y síntesis de una impresionante colección de antibióticos beta-lactámicos, con la importancia que para la salud de la humanidad ello constituyó. Pero, es más, la determinación estructural de otras moléculas como colesterol, vitamina B12 o insulina, ponen de manifiesto el impacto social de la investigación desarrollada por esta excelente y sin embargo “desconocida” química.

Es por ello un acierto la programación de este evento científico internacional, donde la mujer cobra un especial protagonismo, y que permite, además, proyectar al mundo a nuestra Universidad de Murcia.

## **Rebeca Gersmann: Científica Pionera en la Biología del Oxígeno y sus Especies Reactivas**

Francisca Sevilla Valenzuela, 16 de febrero de 2019

Aunque el oxígeno molecular ( $O_2$ ) fue introducido en la atmósfera terrestre por organismos fotosintéticos primitivos con anterioridad a la aparición del hombre, éste no descubrió científicamente que era tan vital para su existencia hasta hace unos 230 años, cuando Joseph Priestley, en 1774, enfocando los rayos del sol sobre óxido de mercurio, recogió el oxígeno puro o “aire deflogisticado” que se desprendía. Este investigador especuló, no solo con las posibles aplicaciones médicas del oxígeno puro sino también con su probable toxicidad biológica derivada, como se ha conocido hace relativamente poco tiempo, de la formación inevitable de especies reactivas del oxígeno (ROS del inglés: *reactive oxygen species*), con las que humanos, plantas y el resto de organismos aeróbicos convivimos. Sin embargo, ¿por qué las ROS han pasado inadvertidas durante tanto tiempo? En los años 1950 no se ponían en duda los beneficios del  $O_2$ , el gas atmosférico necesario para mantener nuestra actividad. En su presencia obtenemos mucha más cantidad de energía (oxidando combustibles metabólicos como la glucosa y otros nutrientes) que en su ausencia (*anaerobiosis*). Sin embargo, es este proceso de quemar nutrientes en la mitocondria uno de los que genera una gran cantidad de ROS, unos 50 trillones diarios. En este escenario destaca la extraordinaria labor realizada por la bioquímica argentina Rebeca Gerschman (1903-1986), quien postuló en 1954 la teoría sobre “La toxicidad del oxígeno y su implicación en procesos patológicos y en el envejecimiento”, conocida como *Gerschman theory*. Este hecho le proporcionó un gran número de detractores, ya que en aquella época se desconocía la existencia de moléculas endógenas capaces de eliminar las ROS (con capacidad antioxidante). No fue hasta 1969, con el descubrimiento por dos científicos norteamericanos, Joe M. McCord e Irwin Fridovich, de la “*Superóxido Dismutasa*”, una enzima capaz de eliminar el radical libre *anión superóxido* (*especie reactiva*) para convertirlo en *peróxido de hidrógeno* (*menos reactivo*) y *oxígeno*, cuando la importancia de las ROS y su generación endógena, quedó firmemente establecida. McCord y Fridovich confirmaron, por tanto, la teoría propuesta 15 años antes por Rebeca Gerschman, por la que el  $O_2$  que necesitamos para respirar también provoca toxicidad. La investigación realizada por Rebeca Gerschman fue fundamental para establecer las teorías actuales sobre ROS y antioxidantes y tuvo reconocimiento internacional, siendo propuesta para el Premio Nobel de Fisiología y Medicina. Sin embargo, actualmente es prácticamente desconocida tanto para el público en general como para parte de la comunidad científica. En estas últimas décadas, la *Biología del Oxígeno y sus Especies Reactivas* constituye un campo científico espectacularmente dinámico. En estas fechas en las que se celebra el Día Internacional de la Mujer y la Niña en Ciencia, he creído interesante resaltar a esta extraordinaria científica adelantada a su tiempo.

## 1, 2, 3, 4 dimensiones

Ángel Ferrández Izquierdo, 23 de febrero de 2019

Una de las acepciones de nuestro diccionario para el vocablo dimensión lo define como “cada una de las magnitudes que fijan la posición de un punto en un espacio”. Yo preferiría interpretarla como número de grados de libertad, lo cual explicaré con ejemplos. Un tren monorraíl solo se puede mover hacia delante o hacia atrás, es decir, está sujeto a una dirección, o dicho de otra manera, la curva (raíl) sobre el que se mueve solo le deja un grado de libertad, por lo que diremos que tiene dimensión 1. Una hormiga caminando libremente sobre un folio tiene dos grados de libertad, pues lo puede hacer izquierda-derecha y adelante-atrás. Cualquier otro movimiento se puede lograr como una composición de estos dos. Es un ejemplo de dimensión 2. Sin embargo, ya se puede entender que el vuelo de una mosca es tridimensional, pues sus movimientos son composiciones de izquierda-derecha, adelante-atrás y arriba-abajo.

Nuestra vida diaria, sin embargo, es tetradimensional. En efecto, Marta ha concertado una cita en casa de su amiga María. Para celebrar el encuentro, Marta ha de recorrer un trayecto, siguiendo el trazado de las calles, que le obligará a zigzaguear izquierda-derecha y seguir adelante hasta llegar al portal de María. Después tomará el ascensor para llegar al 6ºA. Pero ¿a qué hora quedaron? Será el reloj quien marque la cuarta coordenada que determinará con precisión la cita. Cuatro números (largo, ancho, alto, tiempo) son necesarios para que la reunión se produjese con exactitud. No obstante, hay que puntualizar con urgencia que mientras que las tres primeras cantidades pueden oscilar adelante-atrás, izquierda-derecha y arriba-abajo, el tiempo solo fluye hacia delante. Y este detalle es fundamental, pues ¿se imagina por un instante que pudiera retroceder en el tiempo? Está claro que no tardaríamos en borrar todas las estupideces de las que tantas veces nos habíamos arrepentido.

Nuestra mente, sin embargo, se queda algo escasa para crear imágenes en 4 dimensiones. Por ejemplo, ¿cómo sería un cubo tetradimensional? Bajemos a dimensión 3, donde un cubo no es más que una caja de cartón de seis caras, la cual se ha construido a partir de seis cuadrados, formando una cruz, que se pliegan y pegan para formar el cubo. Con esta idea, un cubo en dimensión 4 lo vemos en dimensión 3 como ocho cubos, formando una cruz, que plegados y pegados darían el cubo tetradimensional. Eso es lo que hizo Dalí con su Crucifixión o *Corpus hypercubus*.

## **Los rayos N**

Manuel Hernández Córdoba, 1 de marzo de 2019

Durante los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX se hicieron descubrimientos de mucha relevancia en Física y en Química. Los rayos X se descubrieron en 1895, la radioactividad en 1896, el electrón en 1897, los elementos polonio y radio en 1898 y la teoría de la relatividad se formuló en 1905, por citar tan solo unos cuantos hitos de ese casi mágico período. La repercusión mediática, en especial de las inusuales propiedades del radio y de los rayos X, fue enorme. En ese contexto de euforia científica, René Blondlot, prestigioso investigador de la Universidad de Nancy, anunció en 1903 que había descubierto una nueva radiación que denominó rayos N en honor de su ciudad y Universidad. La radiación se ponía de manifiesto porque hacía variar el brillo de una chispa eléctrica y, según describía su descubridor y muchos otros que corroboraron sus observaciones, tenía curiosas propiedades como atravesar los metales y el papel seco, pero no el humedecido.

La radiación N era emitida por muchas fuentes, incluido el propio cuerpo humano, lo que suscitaba una lógica expectación en el ámbito clínico, todavía impresionado por la reciente introducción de los rayos X. Un gran número de científicos se lanzó a estudiar en profundidad las propiedades de los rayos N y, en un breve intervalo de menos de tres años, se publicaron cerca de doscientos artículos en las revistas más prestigiosas. Pero pronto surgieron algunas dudas pues había científicos que no conseguían observar la radiación. No es de extrañar: no podían reproducir los resultados porque los rayos N no existen. Blondlot era un científico acreditado, de cuya formación y ética profesional no hay por qué dudar, pero en su afán por conseguir un gran descubrimiento veía, al igual que quienes le siguieron, lo que quería ver, no lo que realmente mostraban los experimentos. La radiación en cuestión era una ilusión óptica. No es ésta la única ocasión en la que un científico ha incurrido en un error en la interpretación de los resultados de la investigación, lo que no debe ser causa de menosprecio a su tarea u oprobio para su nombre, porque solo quien se esfuerza en trabajar y razonar puede equivocarse. Quizás en algunos años un investigador de nuestra región descubra una nueva y maravillosa radiación y, en honor a nuestra querida tierra murciana, la denomine rayos M. Ojalá así sea, pero esperemos que en este caso los rayos sí tengan una existencia real.

## **Curiosidades del número pi**

Ángel Ferrández Izquierdo, 8 de marzo de 2019

El próximo jueves, día 14, y manteniendo el lema “Sin pi no soy nada”, celebraremos, un año más, “El día del número pi”. En el reino de los números existen algunos que por su importancia y trascendencia son singularizados y quedan representados por letras. Pero ¿por qué 3,14... ha llegado a cobrar tal relevancia? Desde los inicios de la civilización, incluso antes de aparecer la rueda, el ser humano ha tenido conciencia de las formas circulares, tales como la pupila, los círculos que forma el agua al dejar caer una piedra, o los discos del sol, de la luna o de las flores. Este número, que es una constante universal, es el cociente de la longitud de una circunferencia y su diámetro. Pero su verdadera historia comenzó con el cálculo del área encerrada por una circunferencia, la cual se aproximaba aumentando el número de lados de polígonos inscritos y circunscritos a aquella.

Probablemente nunca sabremos quién descubrió por primera vez que la relación entre la circunferencia y su diámetro es constante, ni tampoco quién intentó calcularla, pero fueron los babilonios y los egipcios, hace casi 4000 años, quienes obtuvieron el valor de 3,125. En el famoso papiro Rhind, de 1650 a.d.C., aparece  $\pi = 3,16049$ . Fue Arquímedes de Siracusa quien probó que  $3,1408 < \pi < 3,1428$ . Durante los siguientes cientos de años no se lograron avances significativos en el cálculo de pi. El valor más antiguo de pi usado en China fue 3. En 263 d. C., Liu Hui llegó al valor  $\pi = 3,14159$  y, a final del siglo V, Tsu Chung-chih y su hijo Tsu Keng-chih concluyeron que  $3,1415926 < \pi < 3,1415927$ . Alrededor de 1220, Leonardo de Pisa calculó  $\pi = 3,14181$ . A partir de entonces, todo ha sido una carrera por descubrir más y más cifras decimales, o escribir  $\Pi$  como sumas o productos infinitos. Hoy se conocen 13 billones de decimales.

El poeta colombiano Rafael Nieto París nos proporciona una regla mnemotécnica para quien desee recordar las cifras de  $\Pi$  por medio de estos versos: Soy  $\Pi$ , lema y razón ingeniosa de hombre sabio, que serie preciosa valorando enunció magistral.// Con mi ley singular bien medido el Grande Orbe, por fin, reducido fue al sistema ordinario usual.// Arquímedes, en cienciaspreciado crea  $\Pi$ , monumento afamado, y aunque intermina dio valuación.// periferia del círculo supo, duplicando geométrico grupo, resolver y apreciarle extensión.// Teorema legó, memorable como raro favor admirable de la espléndida ciencia inmortal.// y amplia ley, filosófica fuente de profunda verdad y ascendente magnitud, descubrió universal.

## ***Sobre la vida y la muerte***

Mariano Gacto Fernández, 15 de marzo de 2019

La Biología estudia la vida y la muerte es un concepto marginal. Sin embargo, aunque parece un contrasentido, la muerte individual es uno de los métodos que permite el progreso de la vida. Cada individuo es un experimento biológico y las especies avanzan por selección, rechazo o multiplicación de los individuos, de modo que la vida dejaría de progresar si éstos no tuvieran un final para ser reemplazados por otros. La idea de cualquier forma de inmortalidad individual es contraria a la evolución dinámica de la vida. En cada nivel biológico, los individuos experimentan, aprenden, enseñan y finalmente pasan la antorcha vital a otras manos.

Estas consideraciones sobre la muerte no eliminan sin embargo la idea de una posible inmortalidad, pero disociada de la personalidad. A nivel global, la vida no desaparece del planeta pese a la muerte de los individuos. Puede que exista otro aspecto de la existencia, y que la conciencia individual que hoy percibimos represente solamente una expresión parcial de otra realidad desconocida más duradera que la experiencia personal. Si los cuerpos materiales reflejan las formas evolutivas de las especies, es posible que las actividades mentales indiquen una supraconciencia en desarrollo. En otras palabras, aunque seamos mortales como individuos podríamos resultar imperecederos como fases o partes transitorias de una cierta continuidad de la vida en otra dimensión.

Al margen de estas especulaciones, y otras de tipo religioso, no existe seguridad alguna sobre la continuidad de la conciencia individual tras la existencia corpórea y la subsiguiente desintegración del cuerpo. Más bien muchas evidencias apuntan que eso es improbable. Pero en lo que respecta a un concepto vital separado de la conciencia individual hay que resaltar que, en sentido estricto, nuestras vidas no comienzan con el nacimiento ni terminan sin resultado final. Por un lado, toman prestada al principio una herencia física preexistente que ellas mismas continúan, se enmarcan en una tradición concreta, están condicionadas desde el principio y cada una desempeña un papel diferente de cualquier otro que se interprete antes o después en la escena vital. Y por otro, tampoco terminan estrictamente con la muerte: continúan no solo en la descendencia sino, quizás de forma más importante, en la influencia que puedan haber tenido sobre el resto de la vida, con consecuencias mínimas o insospechadamente duraderas. Esto no es mera teoría o especulación y recuerda el hecho de que —como diría el poeta— cada río de este planeta va a parar al inmerso mar.

## ***El Mar Menor ¿bien, gracias?***

Angel Pérez-Ruzafa, 22 de marzo de 2019

La obligación de la ciencia, particularmente de la ecología, es responder preguntas y realizar diagnósticos, en base a los datos disponibles y el conocimiento de los procesos ecológicos, aplicando el método científico. Incluso estando bien aplicado, con datos fiables y diagnósticos acertados, la aceptación de las conclusiones no está garantizada, ni siquiera dentro del ámbito científico. Hay muchas razones para explicar esa desconfianza y cada caso responde a circunstancias distintas, pero, aunque nos parezca injusto que Galileo tuviera que renunciar a sus convicciones murmurando "...y sin embargo se mueve", lo cierto es que el criticismo es bueno. Incluso cuando es infundado o mal intencionado, siempre será saludable, para la ciencia y para quienes tienen que tomar decisiones de gestión, que los científicos tengamos que ser cautos y rigurosos con lo que decimos y debemos fundamentarlo a prueba de toda ambigüedad (a pesar del principio de incertidumbre que rige el universo).

El Mar Menor ha sufrido estos últimos años, o, mejor, décadas, este proceso de búsqueda de la verdad y puesta en entredicho de cualquier afirmación. Al final la realidad se impone y da la verdadera medida de la ciencia que hacemos. Pero ahí no termina todo.

De poco sirve que la ciencia acierte y que finalmente todos acepten sus diagnósticos, si no se hace caso o si se sigue actuando al margen de las leyes, ya sean las físicas, las ecológicas o las sociales. Las consecuencias serán irremediabilmente destructivas.

El Mar Menor ha respondido bien a las restricciones a la entrada de nutrientes. La solución no era ni dragar canales ni fangos, ni bombear oxígeno, ni secarlo y volverlo a rellenar. Bastaba con desacelerar el sistema y dejar de presionarlo. Sus mecanismos de autorregulación se han restituido y su integridad ecológica sigue consolidándose. Las aguas han recuperado su transparencia y el año pasado el ecosistema incluso asimiló bien las temperaturas veraniegas y las lluvias otoñales. Pero el problema no está resuelto.

La infraestructura necesaria para canalizar las aguas, tratarlas, recogerlas tras su utilización, almacenar residuos y reutilizarlas o evacuarlas al lugar y en la forma adecuados, aun no existe. Las aguas pluviales siguen descontroladas, las depuradoras no pueden asimilarlas, los agricultores necesitan regar, pero no se les ha dado una solución para la gestión del riego y sus efluentes. En esta situación es difícil cumplir normativas y, aunque esto nunca será una excusa, es fácil anticipar una muerte anunciada y nuevos vertidos. El gobierno regional tiene la responsabilidad de luchar para que las soluciones estables sean una realidad, el gobierno de la nación debe atender las urgencias de las regiones, aunque no jueguen al chantaje nacionalista ni decidan inversiones, los grupos sociales y partidos deben tener claro dónde presionar y los que sufrimos la falta de coordinación y financiación no podemos dejar de actuar con responsabilidad, ni haciendo ciencia, ni utilizando el agua de forma suicida.

## ***“Investigar en la periferia de la periferia”***

Angel Pérez-Ruzafa, 29 de marzo de 2019

La frase sintetiza la conferencia del profesor Pablo Artal Soriano, “La investigación en Murcia”, en el acto de reconocimiento que nuestra Academia de Ciencias le tributó por su trayectoria y su reciente Premio Nacional de Investigación, y es fácil percibir lo que encierra.

Pero habitar en las periferias no es necesariamente malo. Él resaltaba que el sistema solar es periférico en nuestra galaxia, pero contiene un planeta capaz de desarrollar algo tan extraordinario como la vida.

Más allá de los premios que avalan a Pablo Artal, sus logros, en el campo de la óptica y las tecnologías para mejorar la visión, son equiparables a los de los mejores científicos en cualquier ámbito y lugar. Esto dice mucho de él y su capacidad para conformar equipos en los que, como él mismo defiende, participan investigadores que le superan. Esto, por sí solo, le aleja de la mediocridad. Pero, lo más importante es que nos enseña cómo afrontar retos con todo en contra. Moverse en la periferia tiene implicaciones termodinámicas interesantes. Las fronteras propician los flujos de energía y es donde se dan las circunstancias para que se muevan la historia, la cultura, el comercio y las ideas. Son un mundo de oportunidades. Pero para que esa energía fluya, la comunicación entre el centro del sistema y la periferia tiene que estar abierta. Con las puertas cerradas nada es posible. Por eso, una de las enseñanzas de Pablo Artal Soriano es que, para salir adelante, hay que entreabrir esas puertas. Eso solo se logra con un esfuerzo personal que sacrifica muchas cosas. La segunda oportunidad termodinámica es que las resistencias a superar son tantas, que el trabajo generado construye el espíritu y el ingenio de quienes deciden afrontarlas. Esto supone encarar el principio de S. Mateo. A los que más tienen más se les da y a los que menos tienen hasta ese poco se les quita. Solo con una visión clara, con paciencia y tesón, puede empezar a construirse, con los flujos de la primera puerta entreabierta, la infraestructura que facilite recibir más en el segundo intento y con ello, construir lo que permitirá abrir nuevas puertas y extender lo adyacente posible. Los planes de ciencia, no suelen estar diseñados con esta visión, sino envueltos en prejuicios, mediocridad y presiones políticas o hechos diferenciales injustificables, excusándose en la producción e ignorando la productividad. La producción bruta suele ser mayor en los que más tienen porque ya se ha invertido mucho en ellos, pero su productividad (o producción por unidad de recursos de que disponen) es más baja. Por eso, el mérito del profesor Artal y su equipo supera lo que se ve. El problema final es que la materialización de esos esfuerzos suele tener un futuro incierto. Su continuidad depende de que alguien siga luchando contracorriente, porque no hay políticas de consolidación e inversiones para que quienes son productivos sean competitivos en la consecución de talentos y que garanticen el relevo de los que necesariamente cierran su ciclo. En Murcia podemos prosperar en la periferia de la periferia, pero solo si tenemos ideas claras a la hora de apoyar a quienes nadan contracorriente.

## **Microplástico: palabra del año**

José García de la Torre, 6 de abril de 2019

Fundéu BBVA es una fundación cultural promovida por la Agencia Efe y BBVA, que, cada año, designa una “palabra del año”. Sus normas indican que “la ganadora, que no tiene que ser necesariamente una voz nueva, ha de suscitar interés lingüístico por su origen, formación o uso y haber tenido un papel protagonista en el año de su elección”. Así, ha reconocido palabras como *escrache* (2013), *selfi* (2014), *refugiado* (2015), *populismo* (2016) y *aporofobia* (2017). La nueva palabra, o la nueva acepción de una ya recogida en el diccionario, son generalmente aceptadas por la Real Academia. En 2018, entre otras palabras candidatas (como *sobreturismo*, *procastinar*, *nacionalpopulismo* y *VAR*), se ha elegido un término de resonancia científica y tecnológica: “microplástico”. Elección que no ha de pasar inadvertida a quienes, en ámbitos académicos, tenemos a los plásticos, y demás compuestos macromoleculares como objetos de estudio. La actualidad de la palabra viene del reciente reconocimiento de otra forma en la cual estos magníficos materiales modernos, los polímeros sintéticos, que tanto han contribuido a nuestro actual bienestar, nos complican la vida por ser posibles contaminantes de nuestro entorno.

Los plásticos son polímeros, larguísimas cadenas moleculares, de procedencia sintética, formadas por eslabones moleculares (monómeros), que presentan una notable resistencia a la macrodegradación. Me refiero a que una bolsa, o un fragmento de plástico, a la intemperie en un monte o una playa puede permanecer casi inalterada (aparentemente) durante muchísimos años. Ya sabe el lector por que se restringen las bolsas de plástico en el comercio. Hace poco se reconoció otro problema: una degradación a nivel molecular. De esas cadenas pueden desprenderse sus minúsculos eslabones, pequeñas moléculas, que en algunos casos presentan efectos nocivos, como los efectos endocrinos del bisfenol A que se desprende del policarbonato. Este polímero ya está prohibido en biberones y utensilios infantiles.

Además de estos mecanismos contaminantes, se ha conocido recientemente otro: una forma sutil de degradación de los plásticos de un nivel intermedio, descomponiéndose en forma de micropartículas, de tamaño invisible, de unas pocas micras, o incluso nanómetros, que pueden integrarse en los tejidos de animales y plantas, y por ende en nuestro cuerpo a través de los alimentos. Así, paulatinamente liberados al medio ambiente, integrados en la cadena alimenticia, ciertos plásticos de escasísima biodegradabilidad se han detectado ya en nuestros cuerpos en forma de tales micro o nanopartículas. Lo sabemos gracias a recientes, potentes técnicas de caracterización de polímeros y nanomateriales. Mientras los especialistas biomédicos determinan hasta qué punto el actual grado de exposición supone riesgo para la salud, los que vemos el asunto con un enfoque fisicoquímico tenemos mucho trabajo por delante, en cuanto al diseño de los materiales plásticos y a investigar cómo se comportan en sus aplicaciones.

## ***Edad de Plata de la ciencia española***

Rafael García Molina, 13 de abril de 2019

Si preguntamos por artistas (escritores, músicos, pintores...) españoles del primer tercio del siglo XX, seguro que se citan varios nombres. Entre ellos, y por mencionar tan solo un par de cada grupo, aparecerían García Lorca y Miguel Hernández, Falla y Albéniz o Picasso y Juan Gris, amén de otros muchos intelectuales que formaron parte de la denominada Edad de Plata de la cultura española. El nombre de esta época proviene de su singularidad y repercusión, comparable, en cierta medida, al Siglo de Oro.

Pero si se pregunta por científicos españoles destacados en esa época, muy probablemente la relación de nombres será mucho menor. Seguramente saldría a relucir Santiago Ramón y Cajal, y... para de contar. Sin embargo, hubo una floreciente actividad intelectual (en sus diversas facetas), con una nutrida representación de científicos que estuvieron al tanto de los avances más relevantes de la época y mantuvieron contactos con sus colegas a nivel internacional.

Lo cierto (y triste) es que muchas de esas personas que contribuyeron a forjar esa Edad de Plata (tanto en las letras como en las ciencias), se vieron afectadas en su vida personal y en su carrera profesional con el estallido de la Guerra Civil y su posterior desarrollo. Entre los más notorios están quienes murieron como consecuencia del conflicto bélico (García Lorca –asesinado durante la guerra–, Miguel Hernández –fallecido en prisión por desatención médica) o se exiliaron (Falla, Rodolfo Halffter...). Lo que quizá no resulta tan conocido es que a muchos profesores e investigadores se les privó de su puesto de trabajo o se les redujo notablemente su sueldo, entre otras medidas represivas, con lo cual los notables avances que se habían producido en la ciencia española se vieron truncados con el fin de la República.

Entre estos científicos cabe citar a Blas Cabrera (físico, Rector de la Universidad Central de Madrid, experto en magnetismo, director del Laboratorio de Investigaciones Físicas –actual Instituto Rocasolano, del CSIC–), Enrique Moles (químico, miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, organizador del IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada que se celebró en Madrid en 1934, secretario de la Comisión de Pesos Atómicos de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada...), Luis Santaló (matemático, cofundador de la geometría integral), Juan Negrín (médico fisiólogo, presidente del Gobierno de la República durante la guerra), Rafael Méndez (fisiólogo, cuya actividad investigadora quedó eclipsada por su protagonismo político), y tantos otros que no pueden mencionarse en esta columna por falta de espacio.

Valgan estas líneas para recordar a estos científicos (y rendirles un merecido homenaje), cuya carrera se truncó por los avatares de un conflicto político que nunca se debió resolver militarmente.

## **Terapia con Células CAR-T**

Vicente Vicente García, 4 de mayo de 2019

En los últimos años estamos viviendo un nuevo impulso de esperanza para el rescate terapéutico de pacientes que han tenido recaídas de enfermedades graves como son un tipo de leucemias y linfomas. La expectación la han generado las células CAR-T, pero ¿que son y cómo actúan? Los linfocitos T (células T) corresponden a una estirpe de células del sistema inmune que tienen encomendada la defensa de agentes infecciosos y también de neutralizar y destrozar células anómalas y cancerígenas.

Desde finales de los años 1980 ha existido una investigación intensa e ininterrumpida intentando modificar las células T para que tuviesen una especificidad de interacción con una diana celular. La herramienta utilizada para alcanzar ese objetivo ha sido la modificación genética de linfocitos T del propio paciente, obtenidos por aféresis, y añadiéndoles en el laboratorio el gen para que reconozcan e interaccionen con un antígeno presente en una célula tumoral. Una vez multiplicados *in vitro* y nuevamente infundidos, esos linfocitos tendrán una diana exclusiva. Ese nuevo receptor en el linfocito T se ha denominado “receptor de antígeno quimérico”, en inglés “Chimeric Antigen Receptor”, de ahí que se conozca por sus iniciales CAR y T por ser linfocitos T.

En 2017 a la empresa Novartis la FDA le aprobó la primera generación de estos “fármacos celulares”, el Tisagenlecleucel. El interés y expectativas con estas nuevas terapias ha aumentado exponencialmente y la tecnología CAR se ha convertido en una herramienta que arrastra un gran interés tecnológico y comercial, con las grandes multinacionales de la Hematología y Oncología trabajando muy activamente. La gran mayoría de los ensayos clínicos de CAR-T se están realizando en neoplasias hematológicas que expresan el antígeno CD 19, presente en leucemia linfoblástica y linfoma difuso de células grandes. En Norteamérica hay más de mil pacientes tratados ya con células CAR-T y en China se supone un número no inferior. Los datos son muy prometedores pues se les ha aplicado a pacientes que han tenido fallos a otras medidas terapéuticas, incluido el trasplante de progenitores hematopoyético. En leucemia linfoblástica se han conseguido respuestas entre el 64% y 86%, y muy parecido en linfomas. Muy pronto dispondremos de datos sólidos de supervivencia, y también de efectos adversos a medio y largo plazo, así como resultados en nuevas indicaciones como mieloma y en tumores sólidos.

En definitiva, se han abierto las puertas a una nueva herramienta terapéutica que da una enorme esperanza en aquellos casos con limitadas opciones de superar su enfermedad. Los servicios de Hematología con amplia experiencia en trasplante alogénico y trabajando años con sólidos sistemas de calidad implantados en sus unidades de trasplante de progenitores hematopoyéticos esperamos ansiosos esta nueva terapia que se extenderá rápidamente y supondrá un enorme beneficio para nuestros pacientes.

## **Exceso de confianza**

Manuel Hernández Córdoba, 11 de mayo de 2019

Los dirigibles son artefactos voladores, evolución lógica de los globos aerostáticos cuando se les incorporan motores de propulsión y timones de navegación. En los primeros años del siglo XX se diseñaron artefactos de este tipo, cada vez mayores y más perfectos. En la década de los años 1930, una empresa alemana se propuso lanzar al mercado un gran dirigible que permitiese cruzar cómodamente el océano Atlántico en mucho menos tiempo que los buques transatlánticos. Hasta aquí todo normal, pues se trataba de mejorar comunicaciones por medio de avances tecnológicos, y nadie mejor para ello en aquel momento que la ingeniería y ciencia alemana, fiable y de bien ganada fama. Sin embargo, si uno se para a pensar, la idea no parece tan buena. El tal dirigible, que por razones de estrategia política se denominó Hindenburg, tenía una longitud de 245 metros, esto es tan solo 24 menos que el Titanic, con una altura equivalente a un edificio de trece pisos y anchura promedio cercana a los 40 metros. En otras palabras, una auténtica mole difícil de manejar y sobre la que tenían que influir las condiciones meteorológicas. Pero eso no es lo peor. Un dirigible se sustenta porque contiene un gas menos denso que el aire. Los ingenieros alemanes diseñaron el Hindenburg para que el gas de sustentación fuese helio. El problema se originó cuando el mayor proveedor de helio del momento (los Estados Unidos de América) no quisieron suministrar el gas, y los responsables optaron por reemplazarlo por hidrógeno. Es evidente que, por muchas precauciones que la técnica adoptase, la cosa era arriesgada porque el helio es inerte pero el hidrógeno arde en contacto con el oxígeno del aire, siempre que haya una chispa que provoque la ignición. Con esa masa gigantesca de hidrógeno y el artefacto navegando en medio de la atmósfera en la que se producen fenómenos eléctricos, la tragedia estaba cantada. Sucedió el 6 de mayo de 1937. Al intentar sujetar el dirigible al poste de amarre en Lakehurst (Nueva Jersey) estalló un violento incendio que calcinó el Hindenburg en menos de 40 segundos y dio al traste con las comunicaciones basadas en dirigibles. Murieron 36 personas. Los avances en la ciencia y en la tecnología han de ser audaces e incluso arriesgados, pero no tienen que olvidar en su aplicación las normas básicas de lógica y prudencia. A veces el exceso de confianza puede transformarse en una imprudencia de fatales consecuencias.

## **Tomemos ejemplo de la naturaleza. La bioinspiración**

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad, 18 de mayo de 2019

La inspiración es la lucidez repentina que se siente y favorece la creatividad o la búsqueda de soluciones a un problema. Entonces ¿qué es la bioinspiración? Se podría definir como el uso de fenómenos propios de la biología que pueden ser empleados para estimular la investigación en cualquier otra ciencia y tecnología. Es ya una estrategia que abre áreas de exploración muy interesantes y novedosas. Más allá de su potencial para dar lugar a nuevas ideas, la bioinspiración tiene otras dos características muy interesantes. Una es que sugiere temas en investigación que son relativamente simples a nivel técnico y otra es que conduce a resultados que suelen ser muy funcionales.

Un increíble ejemplo lo encontramos en la tela de araña. Es un material mecánicamente muy resistente (unas 3.500 veces más que una malla de acero) y a alguien se le ocurrió que se podrían diseñar chalecos antibalas con ella y serían muy livianos y seguros. El problema era cómo hacer tela de araña sin ellas y en cantidad. Intentaré resumir cómo lo han logrado ya. Se conocen los genes que codifican la proteína de la tela de araña, los inyectaron en un cigoto (célula a partir de la que se desarrolla un ser vivo) de vaca justo tras el momento en el que se juntaron un espermatozoide y un óvulo. Nació una vaca que producía leche con tela de araña. Al ordeñar esa leche solo quedaba separar la tela de araña y emplearla. Otros ejemplos más sencillos resultan de imitar las patas de los geocos, que son animales capaces de trepar por cualquier superficie. Al estudiar sus patas con las técnicas más recientes de microscopía electrónica descubrieron el secreto. Las patas poseen estrías y cada estría está recubierta de millones de fibras de queratina (la misma proteína de nuestro pelo) a escala nanométrica. Cada uno de esos pelos está rematado en una estructura ramificada en forma de espátula. Todos esos millones de fibras juntas hacen que se puedan sujetar a cualquier superficie por lisa que sea. Esta capacidad de adherirse hasta sobre superficies relativamente húmedas ha permitido desarrollar adhesivos capaces de pegarse incluso sobre la piel mojada que actualmente se usan, por ejemplo, en parches para dispensar fármacos. Aunque todo esto parezca muy actual, Albert Einstein ya dijo “profundiza en la naturaleza y entonces entenderás todo mejor”.

## ***La antigüedad de la vida***

Mariano Gacto Fernández, 25 de mayo de 2019

No sabemos el lugar exacto donde comenzó la vida en la Tierra, pero sí que se inició con la aparición de los microbios como precursores de todas las formas de vida. Existen trazas de fósiles microbianos en formaciones geológicas, denominadas estromatolitos, que tienen unos 3.700 millones de años de antigüedad. Desde entonces, los microbios han tenido este planeta exclusivamente para ellos durante casi un 80% del tiempo en que la vida ha existido en la Tierra. Son autosuficientes y los únicos seres vivos que pueden existir sin la presencia de otros. Con tanto tiempo para evolucionar, desarrollaron mecanismos metabólicos que hicieron posible la aparición de otras formas de vida. Un aspecto de este desarrollo se aprecia en los cloroplastos y en las mitocondrias, cuyos pequeños genomas son de naturaleza microbiana, confirmando que las células superiores surgieron de antecesores microbianos.

Reduciendo los 4.500 millones de años de la edad de la Tierra a un día terrestre de 24 horas, y situando la formación de la corteza estable a las 0:00 horas, la vida empezaría muy temprano, hacia las 4 de la madrugada, con la existencia de los primeros microorganismos. Luego no hay ningún otro avance en las siguientes 16 horas, y toda la vida es microbiana. Hasta casi las ocho y media de la noche (cuando ya han transcurrido las 5/6 partes del día) la Tierra no mostró otra cosa al Universo que una mera capa de microbios. Después aparecerían por fin las primeras plantas marinas, a las que siguen veinte minutos más tarde los primeros invertebrados. A las 21:04 entran en escena los trilobites. Poco antes de las 10:00 de la noche brotan las primeras plantas terrestres y poco después de esa hora (cuando quedan menos de dos horas del día) aparecen los primeros animales terrestres. A las 22:24 la Tierra se cubre de los grandes bosques carboníferos y los primeros insectos alados. Hacia las 23:00 horas irrumpen los dinosaurios que imperan durante unos tres cuartos de hora. La era de los mamíferos se inicia 21 minutos antes de la media noche, y los humanos surgen 1 minuto y 17 segundos antes de que finalice el día. En este esquema, la época histórica ocuparía apenas un par de segundos.

Mientras surgieron continentes, se esfumaron cuencas oceánicas y aparecieron y desaparecieron otros seres más complejos, el diseño microbiano se ha perpetuado como la imagen misma de la continuidad de la vida.

## **Centenario del eclipse que catapultó a Einstein a la fama**

Rafael García Molina, 1 de junio de 2019

Este 29 de mayo se han cumplido cien años del eclipse total de sol durante el cual se realizaron mediciones que confirmaron la Teoría de la Relatividad General de Einstein.

Arthur Eddington comprendió la importancia que podrían tener las observaciones durante ese eclipse para confirmar o refutar las predicciones de una de las teorías más revolucionarias de la época: la Relatividad General, publicada en 1915. Una de sus consecuencias era que un rayo de luz se desviaría de la trayectoria rectilínea en las proximidades de un campo gravitatorio intenso, como el producido por un objeto celeste masivo. Este es el caso del Sol, y la trayectoria de la luz que llega a la Tierra proveniente de las estrellas se debería curvar al pasar cerca del Sol, de tal modo que podríamos ver estrellas ocultas por el astro. Pero esto solo podría comprobarse cuando hubiera un eclipse total, pues de otro modo, la inmensa luminosidad solar impide ver la luz de las estrellas.

Cuando todavía no había finalizado la I Guerra Mundial, el astrónomo real británico Frank Watson Dyson se encargó de organizar dos expediciones. Pocos meses después de concluido el conflicto bélico, una de ellas, dirigida por Andrew Crommelin, se encaminó a Sobral (noreste de Brasil). La otra, liderada por Arthur Eddington, puso rumbo a la isla de Príncipe (Golfo de Guinea). Si, durante el eclipse, el registro fotográfico de estrellas “próximas” al Sol aparecía desplazado respecto de las fotografías nocturnas, esto implicaría que la luz estelar se habría desviado al pasar cerca del Sol.

Superando problemas técnicos, logísticos y, especialmente, meteorológicos (debido a la abundante nubosidad), el grupo de Príncipe obtuvo 16 fotografías. Pero solo dos de ellas permitían estudiar si la luz de las estrellas se había desviado o no. El grupo de Sobral realizó fotografías con mejores condiciones meteorológicas, pero las 19 imágenes que tomaron estaban desenfocadas, pues el calor había dilatado el espejo de su principal telescopio. Afortunadamente, obtuvieron 8 imágenes en buenas condiciones mediante un telescopio menor. Los astrónomos concluyeron que la luz de las estrellas observadas se había desviado 1,98 y 1,6 segundos de arco, según las fotografías de Sobral y Príncipe, respectivamente. En honor a la verdad, de la física newtoniana también se obtenía una desviación para la posición estelar, pero su valor era aproximadamente la mitad del predicho por la Teoría de la Relatividad General (1,74 segundos de arco), que, de este modo, se vio refrendada.

Antes de este eclipse, los trabajos de Einstein eran poco conocidos más allá de los círculos académicos. Pero la publicación en la prensa (y también en las revistas especializadas) de las observaciones realizadas durante el eclipse catapultaron a Einstein (su persona y su investigación) a la fama mundial, trascendiendo al gran público y convirtiéndolo en un personaje mediático.

## ***Armageddon de insectos y crisis de polinización***

Juan Guerra Montes, 8 de junio de 2019

Venimos leyendo opiniones contundentes y “reputadas” sobre el cataclismo ecológico que puede suponer un descenso masivo en las poblaciones de insectos, sobre todos en los polinizadores de plantas, y cómo los “datos” apuntan hacia algo inevitable que podría hacer desaparecer la especie humana de la faz del Planeta.

Una publicación reciente de numerosos autores, sobre este tema, ha logrado una gran atención de los medios de comunicación, pero presenta importantes lagunas, pues, aunque las sugerencias son relevantes, en ciencia lo fundamental son las evidencias cuantitativas, teorizar sin datos fiables puede llevar a decisiones de gestión erróneas, sin base científica.

Una de esas grandes evidencias que dejan bastante claro qué está pasando con los polinizadores y con esas hipotéticas pérdidas masivas de insectos, ha sido publicada por el doctor Carlos Herrera, tras más de 20 años de meticulosas observaciones, sobre diversas especies de plantas autóctonas, en las sierras de Segura y Cazorla, donde existen conjuntos de ecosistemas que desde hace décadas están fuera del manejo humano, apenas con agricultura y ni siquiera colmenas de abejas melíferas.

Lo que ha encontrado Herrera, tras someter miles de datos a análisis estadísticos, es sustancialmente lo siguiente. Las abejas melíferas apenas hicieron acto de presencia, cosa rara en estos estudios en los que suelen ser muy abundantes. Sólo las abejas que viven asilvestradas anidando en huecos de árboles son relevantes. No hay nada más variable en el tiempo e imprevisible que los polinizadores en danza cada año, tanto en número como en composición específica. Las redes de polinizadores son muy inestables, muy poco predecibles y para mayor abundamiento, cuantas más especies hay en danza más inestabilidad.

Tomando perspectiva, este caos se difumina y aparece un patrón general. Tanto los polinizadores como las visitas que hacen a las flores han aumentado en estos 20 años. Lo mismo ocurre con el número de especies, que se incrementó a lo largo de este periodo.

¿Por qué aumentan? Explicaciones no faltan. La fundamental es que la zona se está reajustando a la nueva situación de ausencia de uso humano, que empezó poco antes del comienzo de este estudio, y en la nueva situación hay más espacio para los polinizadores, por ello han aumentado.

Este trabajo muestra que, cuando el hombre no enreda, a los polinizadores les va muy bien. Lo encontrado por el Prof. Herrera no es para pensar en un “armageddon”, pero sí para dar la voz de alarma. Ahora estamos más seguros de que cambiando las técnicas agrícolas los polinizadores aumentarán.

## **Los consejos de Steven Weinberg**

Ángel Ferrández Izquierdo, 15 de junio de 2019

Steven Weinberg es un muy reconocido físico teórico estadounidense nacido el 3 de mayo de 1933 en Nueva York. Estudió física y ha sido profesor en las más prestigiosas universidades norteamericanas. Su visión innovadora en la construcción de la teoría electrodébil lo llevó a ganar el Premio Nobel de Física de 1979, junto con su compañero de clase Sheldon Glashow y Abdul Salam. Weinberg también es un prolífico escritor y autor de obras como ‘Los tres primeros minutos del Universo’, ‘El sueño de una teoría final’ o el reciente ‘Explicar el mundo’.

En un artículo de 27 de noviembre de 2003, en la revista *Nature*, titulado ‘*Four golden lessons*’, nuestro insigne protagonista se dirige a los jóvenes que quieren emprender una carrera científica para darles una serie de consejos. Presenta su experiencia adornándose de una metáfora oceanográfica, es decir, se encontró ante una vasta literatura física que “me parecía un inmenso e inexplorado océano que tenía que cartografiar antes de empezar a investigar por mi cuenta”. No tardó en darse cuenta de lo poco que sabía y que tenía que enfrentarse a un inmenso cuerpo de conocimiento ya establecido al que había que aportar algo nuevo. Un momento decisivo, pero una buena dirección te enseñará a elegir lo esencial y evitar lo superfluo. Weinberg confiesa que se las arregló para doctorarse rápidamente, “aunque cuando lo hice no sabía casi nada de física, pero aprendí una cosa importante: nadie lo sabe todo.” Primera lección: no te hundas, nada, confía en tus fuerzas.

Segunda lección. Si das brazadas, y no te hundes, dirígete hacia aguas turbulentas. Hay que buscar problemas de calado, que interesen a amplios colectivos, pues es allí donde está la acción. Hay que alejarse de los caminos trillados. Una elección que no resulta nada fácil.

La tercera lección, y quizás las más difícil de seguir, es no sentirse culpable por malgastar el tiempo. Nadie sabe en qué momento de la historia será resuelto un problema interesante ni cuál es el correcto que te llevará a la gloria, por lo que la mayoría de los problemas en los que te enfraques serán una pérdida de tiempo. No importa, si quieres apostar por la creatividad, has de asumir que una buena parte de tu tiempo trabajarás en problemas poco innovadores.

El último consejo de Weinberg es aprender algo de la historia de la ciencia, o al menos de la historia de tu rama de la ciencia, pues te hará sentir que tu trabajo vale la pena y pasará a formar parte de esa historia.

## ***Epigenética, la reivindicación de Lamarck***

Angel Pérez-Ruzafa, 22 de junio de 2019

Durante dos siglos, Jean-Baptiste Lamarck ha sido denostado o, al menos, infravalorado, frente a Charles Darwin, por sus teorías sobre la evolución. No obstante, fue un naturalista a la altura de Linneo en sus trabajos para sistematizar la organización de los seres vivos, y fue quien en 1802 acuñó el término «biología» para la ciencia que estudia la vida. En 1809, el año en que nació Darwin y medio siglo antes de que éste escribiera *El origen de las especies*, en su libro *Filosofía zoológica*, ya desarrolló la idea de que las especies no eran formas estáticas, creadas así por Dios, sino que evolucionaban a través de la adaptación de los propios organismos a los cambios ambientales y que dichas adaptaciones y modificaciones se transmitían a la descendencia.

¿Por qué entonces no se le reconoce como el verdadero padre de la evolución? Simplemente porque no aceptábamos hasta ahora que los caracteres adquiridos como adaptación individual puedan transmitirse a la descendencia. ¿Podría el entrenamiento de un individuo para ser mejor nadador hacer que también lo vayan a ser sus hijos? Darwin, aparte de una recopilación de evidencias exhaustiva, aunque no conoció la genética que surgiría con el trabajo de Mendel, que solo fue reconocido de forma general a principios del siglo XX, hizo una propuesta más compatible con ella. Los organismos no dirigían su propia evolución adaptándose al medio, era el medio el que seleccionaba a los más aptos de entre una variabilidad de posibilidades. Las mutaciones y recombinaciones genéticas explicarían más adelante dicha variabilidad que se producía al azar pero que podía dotar de ventajas a quienes las tuvieran.

Pero en la vida no todo es azar. Desde su origen, los seres vivos han evolucionado adaptándose a millones de años de cambios ambientales y han ido adquiriendo por la vía darwiniano-mendeliana numerosas mejoras en su diseño para explotar los recursos disponibles y explorar nuevas posibilidades. Sería un desperdicio renegar de esa historia. Las viejas adaptaciones pueden volver a ser útiles si volvieran a darse las condiciones que las propiciaron. Estoy convencido de que la naturaleza padece el síndrome de Diógenes. Lo guarda todo por si un día pudiera ser útil. Por eso el ADN aumenta, a veces de forma desmesurada, a lo largo del árbol evolutivo. Para evitar el caos genético, el truco es bloquear y no dejar que se expresen los genes que ahora no necesitamos y mantener activos los que resultan útiles. De este modo podemos activar genes que nos permiten tolerar mejor determinados tóxicos o que modifican la edad de madurez sexual o la fecundidad dependiendo de la esperanza de vida o la estabilidad ambiental (algo que hemos propuesto recientemente para los peces tras las observaciones en reservas marinas). Y estas adaptaciones, adquiridas por los progenitores, sin que se altere el código genético, pueden transmitirse varias generaciones. Es lo que se denomina epigenética. Resulta que Lamarck también tenía razón.

## ***La Academia alcanza su mayoría de edad***

Ángel Ferrández Izquierdo, 29 de junio de 2019

La Academia de Ciencias se creó el 15 de junio de 2001, mediante el Decreto Nº 52/2001 del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. En el propio decreto se reconoce que “La iniciativa ha suscitado un enorme interés por lo que pueda suponer de avance, desarrollo y divulgación de las Ciencias, especialmente en el ámbito territorial de esta Región, así como para acercar al ciudadano y hacerle participe de los avances científicos y técnicos”. Los fines de la Academia, como dicta el Artículo 1 de sus Estatutos, son el cultivo, fomento y difusión de las cinco ramas que la Ciencia abarca, a saber, Biología, Física, Geología, Matemáticas y Química, y sus aplicaciones, especialmente en el ámbito de la Región de Murcia.

La Academia, consciente de la avidez de la sociedad murciana por el progreso científico y tecnológico y en busca del cumplimiento de sus objetivos, comenzó organizando la primera Fiesta con la Ciencia y la Tecnología, los días 1 y 2 de diciembre de 2001, que con un rotundo éxito se celebró en el antiguo Jardín de San Esteban. Esta iniciativa fue el germen de lo que pronto se consolidó como la Semana de la Ciencia y la Tecnología que anualmente organiza la Fundación Séneca, y en la que la Academia participa asiduamente.

A sabiendas de que su presencia en los medios era esencial, eligió La Verdad, como el diario regional de mayor tirada, y con acreditada presencia en las comunidades vecinas, para disponer de un espacio permanente. Y así se inició, el 7 de septiembre de 2002, la colaboración semanal titulada La Columna de la Academia, que muy pronto llegará a las 700 entregas y que ha tenido una gran aceptación más allá del ámbito regional.

El abanico de actividades de la Academia es amplio, variado y abierto a todo tipo de público. Nuestras conferencias en el Aula de Cultura de la Fundación Cajamurcia se han convertido en un referente de la cultura regional, ya para el ingreso de nuevos miembros, ya para explicar el más reciente descubrimiento científico, ya para otorgar premios a jóvenes promesas, pues, en efecto, la Academia tiene especial preferencia por los jóvenes preuniversitarios. Tal es así, que su participación es esencial en los premios IDIES (Investigación y Desarrollo en Institutos de Educación Secundaria).

Muchas más actividades jalonan estos 18 años, tales como la edición de libros o la colaboración con actividades de divulgación ajenas a la Academia, sin olvidar la incorporación como académicos de honor de científicos de la talla de Ignacio Cirac, Rafael Rebolo o Antonio Córdoba. Todo ello ha sido excepcionalmente valorado por el Instituto de España, quien recientemente ha admitido a la Academia entre sus asociados. Una mayoría de edad repleta de éxitos para uso y disfrute de la sociedad murciana.

## **Curiosidades metálicas**

Isabél M<sup>a</sup> Saura Llamas, 6 de julio de 2019

¿Qué es un metal? No voy a darles definiciones científicas... Todo el mundo sabe lo que es un metal: un material duro, con brillo y buen conductor de la electricidad y el calor. ¿Seguro? Si esa ha sido su respuesta (o al leerla ha asentido con la cabeza), permítame que me autocorrija: los metales no tienen por qué ser duros. Ni siquiera tienen por qué ser sólidos: el mercurio es líquido y es un metal. El galio, elemento del grupo del aluminio, tiene un punto de fusión de 30 °C, por lo que en una hermosa mañana de verano en Murcia se encontraría en estado líquido. Algo parecido ocurre con el francio (27 °C) y el cesio (29 °C). En el otro extremo, están los metales de puntos de fusión muy elevados. El wolframio funde a 3410 °C (referencia: la temperatura en la superficie del sol es de 5500 °C). Esta es la razón por la que los filamentos de las bombillas incandescentes (hoy en desuso) se hacían con este metal (que los anglosajones y la IUPAC se empeñan en llamar tungsteno).

También hay metales “blandos”: el sodio puede rayarse con la uña (¡no lo intenten: se quemarían!) y el oro, la plata y el cobre (puros) pueden cortarse con un cuchillo de acero. Además de ser blandos, estos metales pueden moldearse en forma de láminas e hilos extraordinariamente finos. Ustedes lo saben porque conocen el “pan de oro” utilizado en obras artísticas o los cables de cobre que soportan nuestras instalaciones eléctricas.

¿Y qué hay de su densidad? Pues hay metales “pesados” y metales “ligeros”. ¿Han observado en televisión con qué facilidad suelen mover maletines llenos de lingotes de oro? Les doy otra referencia: un litro de agua pesa exactamente un kilo. Pues bien, una pieza de oro que tuviera el tamaño equivalente a una botella de agua de un litro pesaría unos 19,3 kilos. Cinco piezas de este tamaño pesarían casi 100 kilos. Y aun así, el oro no es el metal más denso: cinco piezas de osmio pesarían 113 kg. ¿Y cinco piezas de sodio? Pues casi exactamente lo mismo que de agua: 4,85 kg.

Conclusión: no se dejen engañar por los prejuicios: hay metales sólidos y líquidos, duros y blandos, densos y ligeros. También hay metales que curan y otros que matan, metales que ganan batallas y que las pierden. Pero de esos, hablaremos otro día.

## **Botija nueva hace el agua fresca**

Rafael García Molina, 13 de julio de 2019

Cuando aprietan los calores, se agradece un buen trago de agua fresca. En la actualidad, prácticamente en todos los hogares hay un frigorífico para proporcionarnos un refrescante vaso del líquido elemento. Pero, hace años, este electrodoméstico no estaba al alcance de todo el mundo. Si vamos más atrás en el tiempo, hubo una época en que se usaba el botijo para beber agua fresca. Esa vasija de barro poroso que se usa para refrescar el agua (tal como lo define la Real Academia Española), hoy parece relegada a objeto de adorno, o motivo de chanza (¿quién no ha oído la frase «Más simple que el mecanismo de un botijo» refiriéndose a algo –o alguien– de poca complejidad?).

Lo cierto es que el tradicional botijo, además de ser una hermosa pieza de artesanía popular, ha refrescado a nuestros antepasados, y también nos refrescará a nosotros, si nos animamos a levantarlo y atinar en nuestras gargantas con el chorro que sale de su pitorro. Los fundamentos científicos de su funcionamiento no son tan simples como la frase anterior parece dar a entender. En 1995 se publicó en *Chemical Engineering Education*, una detallada explicación científica de por qué se enfría el agua contenida en un botijo. Para ello recurrieron a la termodinámica (esa disciplina a caballo de la física y la química), a base de fórmulas, gráficas, medidas... Pero en esta columna mencionaremos de forma resumida cuáles son los principales procesos que contribuyen a refrescar el agua en el interior de ese familiar recipiente de barro.

Y es que el barro (o la arcilla, sin entrar en tecnicismos) de que están hechos los botijos permite que el agua de su interior se filtre por sus poros y rezume hacia el exterior del recipiente, a lo cual solemos referirnos coloquialmente diciendo que el «botijo suda». Y eso es bueno, porque de la misma manera que nuestra piel se refresca cuando sudamos, el agua del botijo se refresca porque la arcilla suda. La evaporación del agua requiere unas 500 calorías –o 2400 J, si usamos el Sistema Internacional– por gramo, y esa energía se toma del interior del botijo (o de nuestra piel sudada), con la consiguiente reducción de temperatura. Por eso importa que el botijo sude (se coloca sobre un plato para recoger parte del agua exudada) y que, además, esté en un lugar ventilado y con poca humedad ambiente, para facilitar el proceso de evaporación. Dada la importancia de que el botijo sude, espero que quede claro que el barniz de algunos botijos (que dificulta la salida del agua a través de los poros) no es adecuado para el propósito originario de la botija, que no solo cuando es nueva hace el agua fresca.

## ***La oscuridad perdida***

Juan Antonio Madrid Pérez, 21 de septiembre de 2019

Si nada lo impide, en un par de años, una nueva “luna” orbitará la Tierra. Para ahorrar en farolas, la ciudad china de Chengdu será iluminada con un enorme espejo, que a modo de luna, proyectará la luz solar sobre un círculo de 80 km de diámetro. Su luz, con una intensidad ocho veces más potente que nuestra luna llena, estará presente durante las 365 noches del año y se podrá divisar en toda China.

En los últimos años, la industrialización y la urbanización han sido beneficiosas para la prosperidad y la salud de las personas, pero también han introducido nuevas amenazas para la vida silvestre y los seres humanos. Los disruptores endocrinos ambientales, presentes en plásticos, pesticidas y herbicidas, han merecido una preocupación creciente; sin embargo, nos hemos olvidado de un disruptor endocrino de primer orden, el exceso de luz durante la noche.

La sucesión del día y la noche ha sido el ciclo ambiental más preciso que ha conocido la vida desde su aparición hace 3.700 millones de años. La gran estabilidad de este ciclo favoreció que la luz y la oscuridad fuesen seleccionados por los organismos para poner en hora sus relojes y calendarios biológicos. Pero hace poco más de un siglo, que con la invención de la luz eléctrica, la oscuridad de la noche se ha visto reducida a su mínima expresión. Cuando la oscuridad se pierde, también lo hace la melatonina, una hormona producida por la glándula pineal. La melatonina es conocida como la “oscuridad química”, por cuanto es la señal que comunica, a todas las células de nuestro cuerpo, que ha llegado la noche. Sin embargo, el exceso de luz nocturna, al inhibir la producción de esta hormona, nos priva de sus efectos antioxidantes, oncostáticos, inmunomoduladores y promotores del sueño.

Además de funcionar como un reloj diario, la mayoría de los organismos utilizan los niveles de melatonina como un indicador de la duración de la noche, lo que les ayuda a programar un sinfín de ritmos anuales como la floración, migraciones, hibernación o reproducción. Al robarles la oscuridad también les estamos privando de su principal calendario.

Esperemos que, finalmente, la cordura se imponga y no avancemos más en esta insensata carrera que está acabando con la oscuridad, hasta el punto de que la luz nocturna nos haga perder también la visión de nuestra Luna, al igual que ya ha ocurrido en nuestras ciudades con la visión de las estrellas.

## ***¿Compensación o fraude?***

Alberto Tárraga Tomás, 28 de septiembre de 2019

Hace ya más de una década que el Consejo de Gobierno de la Universidad de Murcia aprobó la “Norma sobre evaluación curricular de los alumnos mediante compensación de calificaciones” y, en consecuencia, la creación de un “Tribunal de Compensación”, responsable de realizar dichas evaluaciones, con las que se pretendía “dar respuesta a ciertas situaciones académicas particulares que impiden a un estudiante obtener el título al que aspira, debido a la no superación de un pequeño porcentaje de créditos o de una asignatura”

Si no tengo mal el dato, la primera convocatoria de estas evaluaciones se realizó en septiembre de 2007. Desconozco cuántos alumnos solicitaron entonces el “aprobado por compensación”, pero sería interesante conocer la evolución de este tipo de solicitudes a lo largo de los años.

Por razones de edad, he sido testigo de los profundos cambios producidos en los procesos pedagógicos y de evaluación que afectan a la docencia universitaria y, desde mi profunda convicción de que la formación es la base para el avance de la ciencia y el progreso social, siempre he considerado que la actividad docente debía estar dirigida a conseguir una enseñanza de calidad, al objeto de que los alumnos egresados de esta institución pública le pudieran devolver a la sociedad el esfuerzo económico que ésta ha invertido en su formación. Sin embargo, durante los últimos cursos, mi frustración está siendo tremenda cuando observo que un número creciente de alumnos se desentendían de una materia troncal u obligatoria de la titulación que están cursando, recurriendo a la desastrosa vía del denominado “aprobado por compensación”. Y entonces me pregunto, ¿es que evaluar la labor realizada por el alumno durante todos sus años de estancia en la Universidad justifica que se compense la ausencia total de los conocimientos impartidos en otra/s asignatura/s troncal/es u obligatoria/s - hasta un total de 12 créditos - presente/s en el Plan de Estudios de ese Grado?

Cierto es que esta Norma se apoya legalmente en el principio de libertad académica de las Universidades, pero considero difícilmente justificable, en una institución donde se pretende que se imparta una docencia de excelencia, que un alumno con una calificación de 0 puntos en una asignatura troncal u obligatoria esté “en posesión de los suficientes conocimientos científicos y competencias profesionales para obtener el título académico al que opta”, aunque la calificación media obtenida por ese alumno en el resto de asignaturas sea de 6 puntos.

Debemos reflexionar si no estamos confundiendo compensación con fraude.

## ***Otra razón más para cuidar a las abejas: los nuevos usos de la miel en la medicina regenerativa***

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad, 5 de octubre de 2019

Las colmenas de abejas se están despoblando, lo que es un gravísimo problema porque el 84% de los cultivos dependen de ellas y de otros insectos para su polinización. Curiosamente, la producción de miel aumenta gracias al empeño de los apicultores. La miel es un verdadero tesoro alimenticio reconocido desde la antigüedad y tiene una alta demanda humana y también de osos, tejones y algunas aves.

Los usos de la miel tienen una larga y fascinante historia y su empleo para la sanación de heridas fue el primero relacionado con la salud humana. Su uso tradicional se fue abandonado y perdiendo conforme se empleaban los antibióticos. Ahora, al haber pasado al extremo opuesto, es decir, al del abuso de los antibióticos, hay un renovado interés por los productos naturales, lo que ha vuelto a poner en valor, no solo a la miel, sino también a otros productos de la colmena (como, por ejemplo, el propóleo).

La curación de heridas es muy importante en la medicina regenerativa. Sabemos que la miel es poco citotóxica para las células de la piel (no las mata ni daña) y se puede usar de manera segura para aplicaciones externas en piel sana y como apósito para heridas. Aún es más interesante el hecho de que es capaz de estimular la reepitelización activando la transición de células epiteliales a mesenquimales. Se trata de un proceso por el cual los queratinocitos (principales células de nuestra piel) de los bordes de la herida se transforman en células con movimiento activo, lo que ayuda a la cicatrización. En ingeniería de tejidos se pretende regenerar los tejidos dañados mediante la combinación de células con biomateriales que hagan de soportes capaces de guiar el crecimiento del nuevo tejido que se va formando. Estos soportes interactúan con las células para facilitar y regular activamente su crecimiento y función. Además, el soporte puede ser usado como un vehículo de distribución o depósito de moléculas que estimulen el crecimiento celular y aceleren la regeneración del tejido. Todas estas propiedades se han demostrado ahora para la miel, lo que justifica su empleo en la sanación de heridas y regeneración de tejidos. Se trabaja en desentrañar cuales son los componentes activos responsables de estas fantásticas propiedades. Esperemos que todo esto contribuya a aumentar nuestro interés por cuidar y conservar a las abejas, sin ellas no habrá miel, ni polinización, ni alimentos... ni segunda oportunidad.

## **Metano en Marte**

Mariano Gacto Fernández, 12 de octubre de 2019

El metano es el principal componente del gas natural que consumimos. También es el gas de los pantanos y el temible grisú de las minas. Sin embargo, resulta poco conocido que el 95% del metano presente en nuestro planeta es de origen biológico, y que tan solo un 5% procede de reacciones geoquímicas. Durante miles de millones de años unos microorganismos, denominados arqueas metanogénicas, han estado produciendo este gas en ambientes anaerobios formando los inmensos depósitos de metano que hoy utilizamos. Incluso ahora, estos minúsculos seres continúan formando metano en nuestro intestino y en el aparato digestivo de casi todos los animales, además de producirlo en ambientes naturales con fermentaciones en ausencia de oxígeno. Las arqueas no son exactamente bacterias clásicas, pero se las puede considerar primas hermanas. Estas arqueas forman metano a partir de dióxido de carbono y de hidrógeno molecular mediante reacciones metabólicas singulares.

Desde los famosos canales marcianos observados por Schiaparelli y Lowell, la presencia de vida en Marte ha sido motivo de controversia. Descartada la presencia de vida inteligente, el tema se ha centrado en la existencia de vida microbiana en el planeta. En los últimos años varias agencias espaciales con programas de investigación en Marte han confirmado independientemente la presencia de metano en este planeta. Si los esquemas vitales en Marte fueran similares a los de la Tierra, esto podría indicar alguna forma de vida en la superficie marciana con un 95% de probabilidad. En nuestro planeta, el metano formado por las arqueas metanogénicas escapa como gas desde zonas profundas alcanzando ambientes aerobios, donde es oxidado, no solo por el hombre, sino también por bacterias denominadas metanotrofas, de modo que se establece un ciclo natural de producción y consumo, excepto para el metano que queda confinado en formaciones geológicas profundas. Lo notable del metano en Marte es que su nivel de concentración parece sufrir cambios estacionales, lo que plantea una notable incógnita. Como la atmósfera de Marte carece de oxígeno no pueden existir bacterias similares a las metanotrofas terrestres, aunque sí arqueas metanogénicas, por lo que, con arreglo a lo conocido, las variaciones de concentración no se pueden explicar fácilmente en términos biológicos. Una explicación alternativa, es la existencia de procesos geológicos periódicos en el planeta rojo, o la descomposición del gas por radiaciones solares intermitentes, pero la relevancia de estos fenómenos resulta desconocida. Resolver estas cuestiones ayudará a comprender los límites de la vida en el universo.

## **Agua regia**

Manuel Hernández Córdoba, 19 de octubre de 2019

En química, se denomina agua regia a una mezcla de dos ácidos concentrados, nítrico y clorhídrico, en la proporción de una parte del primero por tres del segundo. El resultado es un líquido de color anaranjado, muy corrosivo, que hay que emplear con la debida precaución. Recibe su nombre del latín *aqua regia*, por su propiedad de disolver los metales nobles o regios, que se denominan así por su poca reactividad y prácticamente nula alteración. Precisamente ha sido esa característica de inalterabilidad frente a los agentes atmosféricos y el paso del tiempo, lo que, junto con otras propiedades como brillo atrayente, facilidad de ser trabajado a efectos de joyería y escasez han dado valor al oro, representante por excelencia de estos metales, desde tiempos muy pretéritos.

El agua regia disuelve al oro, y a otros metales nobles, porque sus dos componentes actúan de forma diferente y complementaria. Uno de ellos, el ácido nítrico, es un agente oxidante. El otro, el ácido clorhídrico, contribuye al proceso por la capacidad complejante del anión cloruro. El efecto conjunto es la disolución del metal noble, algo que no consiguen los ácidos cuando actúan por separado. Un buen ejemplo de la conocida frase que nos recuerda que la unión hace la fuerza. Esta notable propiedad ya se menciona en textos del siglo IX, y era bien conocida por los alquimistas medievales.

El agua regia protagonizó un singular hecho en los albores de la segunda guerra mundial. La ciencia alemana contaba con Premios Nobel que veían amenazadas las medallas de oro de sus premios, que a buen seguro serían confiscadas por el gobierno nazi. Max Von Laue (Nobel en Física 1914) y James Franck (Nobel en Física 1925), quisieron poner sus medallas a buen recaudo enviándolas al laboratorio de Niels Bohr (Nobel en Física 1922) en Copenhague. Pero poco después, el ejército alemán invadió Dinamarca y el problema resurgió. Los miembros del laboratorio discrepaban sobre la mejor forma de ocultar las medallas. La discusión acabó cuando un miembro del equipo, un químico entre los físicos, propuso disolverlas en agua regia. Así se hizo, y la disolución se dejó en un anaquel del laboratorio, resistiendo las búsquedas. Cuando la guerra terminó, el oro fue recuperado, y la Fundación Nobel volvió a acuñar las monedas. El oro era el mismo de las medallas originales. Absolutamente genial. Claro que el químico se llamaba George de Hevesy y fue posteriormente Premio Nobel (Química 1943). Entre Premios andaba el juego.

## **Porqué el compost puede ayudar a salvar el mundo**

Carlos García Izquierdo, 26 de octubre de 2019

Hace algunos años, apareció un artículo publicado en USA por Adam Brent, cuyo título coincide con el de esta columna: "Why Compost Can help Save the World". Este sugerente título me llamó la atención ya que hace años realicé mi Tesis Doctoral sobre procesos de compostaje: transformación mediante procesos biooxidativos de diferentes residuos orgánicos, estabilizando su materia orgánica, y saneándolos en microorganismos patógenos, malos olores, o compuestos lábiles contaminantes, dando como producto final, COMPOST; así valorizamos como enmienda o fertilizante orgánico, a muchos de los residuos orgánicos que producimos, tanto de origen animal, como vegetal o urbano. Releyendo el mencionado artículo, he de decirles que estoy totalmente de acuerdo con su autor a día de hoy. El compost puede ayudar a salvar nuestro mundo, inmerso en diversos problemas: 1) Nuestro planeta genera de manera constante diferentes residuos; reciclarlos con los tratamientos adecuados será obligatorio; 2) Nuestro planeta tendrá una mayor demanda de alimentos por el aumento de población; necesitamos producir más alimentos, pero de forma sostenible (recordemos que el uso de fertilizantes de nitrógeno y fósforo son una fuente de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera); 3) Nuestro planeta está afectado por el cambio climático, y ello incide negativamente sobre nuestros suelos, fundamentales para mantener sistemas productivos de alimentos, y para nuestra vida diaria; recordemos que el SUELO es un importante recuso natural que interesa conservar para que realice sus funciones vitales. Pues bien, en todo lo anterior, el compost colabora de manera eficaz y positiva. Nuestros sistemas agrícolas necesitan adaptarse al cambio climático, mitigarlo si es posible; y, además, contribuir a la producción de alimentos de manera sostenible. Un buen manejo agrícola de nuestros suelos, con la incorporación a los mismos de "compost de calidad", permitirá incrementar su fertilidad y productividad al introducir materia orgánica de calidad en ellos, redundará en un mejor uso del agua al mejorar propiedades como su capacidad de retención hídrica, reducirá el uso de fertilizantes químicos y de pesticidas, y disminuirá las emisiones de gases a la atmósfera, en particular de CO<sub>2</sub>, al fijar carbono en los suelos con la entrada del compost al mismo. Con el uso de COMPOST estamos protegiendo a los suelos, algo obligatorio si queremos hacer sostenible nuestro planeta en el futuro. Y todo ello, sin olvidar que contribuimos a valorizar residuos dentro de una economía circular.

## **Chernóbil y las superbacterias**

Mariano Gacto Fernández, 2 de noviembre de 2019

Solemos pensar que una catástrofe nuclear a nivel mundial supondría la desaparición de la vida en nuestro planeta. Pero estamos equivocados. Aunque un conflicto radioactivo global ocasionara la desaparición de la vida inteligente no provocaría la extinción de todas las formas de vida. En especial, existe una especie microbiana llamada *Deinococcus radiodurans* que es notable por su resistencia a las radiaciones gamma, a la luz ultravioleta y a la desecación prolongada. Una dosis radioactiva de unos 600 rads causa la muerte del hombre, pero *D. radiodurans* resiste perfectamente 5 millones de rads (el rad es una unidad de medida de la radiación) e incluso puede crecer bajo una radiación constante de 6.000 rads. Otros microorganismos o nuestras propias células no sobreviven a las roturas que produce la radiación en la doble cadena del ADN, pero esta bacteria extraordinaria tiene una notable capacidad para reparar continuamente tales roturas y en eso descansa su llamativa resistencia.

*D. radiodurans* posee dos mecanismos que reparan el daño inducido por la radiación. Uno consiste en unir directamente fragmentos consecutivos y otro en poner parches por recombinación homóloga. Las reparaciones requieren que haya piezas intactas de ADN para ser empleadas como molde, y la singularidad de esta bacteria y la eficacia de estos procesos reside en que cada célula posee hasta 10 copias repetidas del genoma, lo que aumenta la posibilidad de moldes sin rotura. Además, todos los genomas de cada célula se mantienen juntos en una estructura toroidal típica que facilita la proximidad de regiones homólogas para la reconstrucción de las roturas. Existe otro factor adicional que facilita la reparación del ADN: las células de esta bacteria se agrupan de cuatro en cuatro formando tétradas y, tras el daño al genoma, el ADN de una célula puede emigrar a otra adyacente prestando moldes intactos para la reconstrucción. Por si fuera poco, esta bacteria produce pigmentos carotenoides que actúan de pantalla de protección frente a la radiación.

En definitiva, ésta y otras bacterias, como *Thermococcus gammatolerans*, resisten enormes radiaciones en ambientes terrestres naturales y artificiales. Cabe preguntarse qué presión selectiva ha actuado para que tengan tan notable resistencia. La respuesta más probable es que se trata de líneas evolutivas arcaicas que descienden directamente de las primeras células que habitaron la tierra primitiva, cuando tales células estaban sometidas a una intensa radiación por ausencia de la capa de ozono actual. Chernóbil es un paraíso para estas superbacterias.

## ***Pulmones del planeta...el riesgo de utilizar argumentos equivocados en conservación***

Angel Pérez-Ruzafa, 9 de noviembre de 2019

Agosto fue nefasto para la integridad de los ecosistemas a escalas planetaria, nacional y local. Los incendios en la tundra siberiana, la Amazonía y Gran Canaria o nuestra incapacidad para realizar infraestructuras que eviten las descargas al Mar Menor, ponen en duda nuestra capacidad de anticipación, gestión y resolución de problemas ambientales. El cambio de escala hace que el problema de Gran Canaria o del Mar Menor parezca nimio para muchos, incluidas las redes sociales, fuera de sus regiones, pero comparten la misma forma de enfrentarnos a los problemas. Intereses económicos que sobreexplotan los recursos; científicos que se afanan, en silencio, en conocer las interacciones complejas de los ecosistemas para anticipar los efectos de nuestras actuaciones y proponer soluciones; alarmas sociales cuando la “maldición de Cassandra” se traduce en la cruda realidad; científicos que se suman a la rebambaramba social para parecer que estaban donde nunca estuvieron; los que niegan los problemas; los que los matizan; los que los desmienten. Todos somos expertos y tenemos algo que decir, ...al menos mientras el tema circule por las redes sociales... luego ya opinaremos de otra cosa.

Los titulares se centraron principalmente en la Amazonía “el pulmón del planeta”. Y denostaron a quienes afirmaron que no lo era. Lo cierto es que el drama de la Amazonía debe preocuparnos porque ya nos quedan pocos ecosistemas complejos con una elevada biodiversidad. Son millones de años de evolución biológica, de formas de adaptación al medio, de optimización del uso de recursos, de defensas biológicas, químicas y de comportamiento, de interacciones, ciclos metabólicos y de vida complejos, de variabilidad genética, de culturas indígenas... que se pierden de un plumazo y que la evolución no volverá a recuperar. La vida se rehará, pero nunca se repite. Lo perdido, como las golondrinas de Becker, nunca vuelve.

Este es el drama al que nos enfrentamos... pero no se pierde ningún pulmón. La Amazonía solo es pulmón de sí misma. Los ecosistemas, a medida que se hacen más complejos y con mayor biomasa, aumentan su consumo metabólico y su respiración. La tendencia es que consuman lo que producen. Por eso, utilizar el argumento de la producción de oxígeno comparada con la de CO<sub>2</sub> para retardar el cambio climático puede volverse en nuestra contra. Un cultivo agrícola o un campo de golf con control de plagas tienen mucho mejor balance producción/respiración a esos efectos. Parece que si el mensaje no es catastrofista no será capaz de remover conciencias, o que los argumentos realistas basados en la ciencia se alinean con las malas políticas, cuando deberíamos aprender que sólo la verdad nos protege de la manipulación y puede hacernos libres. No, la situación es dura y anuncia la catástrofe, pero el argumento no es el esgrimido. No perdemos un pulmón, perdemos el ADN, el sistema nervioso, lo más complejo y elaborado que tenemos... y nos va la supervivencia en comprenderlo.

## **George Bruce Halsted**

Ángel Ferrández Izquierdo, 16 de noviembre de 2019

El matemático George B. Halsted (Newark, 23/11/1853-New York, 16/03/1922) fue el primer estudiante de doctorado de J. J. Sylvester, en la Universidad Johns Hopkins, donde defendió su tesis *Bases para una Lógica Dual* en 1879 y, con muy buenas referencias por parte de Sylvester, realizó una estancia postdoctoral en Berlín bajo la supervisión de Borchardt. Regresó a la Universidad de Princeton, primero como tutor, hasta 1881, y luego, durante tres años, como instructor de postgrado de matemáticas, donde comenzó a destacar por su entusiasmo en difundir las geometrías no euclídeas.

En 1884 aceptó una cátedra en el Departamento de Matemática Pura y Aplicada de la Universidad de Texas, en Austin, donde enseñó durante diecinueve años, influyendo en un considerable número de estudiantes que desempeñarían un papel importante en el desarrollo de las matemáticas estadounidenses, tales como L. E. Dickson y Robert Moore. Sus métodos de enseñanza siempre se dirigieron a los estudiantes que aprenden mediante la investigación guiada. Sus discípulos lo calificaron como algo excéntrico, pero siempre inspirador. Uno de sus principales propósitos era desafiar lo que él consideraba las nociones mal fundadas que dominaban la enseñanza de la geometría. Solía contar con un estudiante que daba una definición común, pero no satisfactoria matemáticamente, para criticarla como punto de partida para una discusión sobre los fundamentos de la geometría. Su método de enseñanza seguramente inspiró el *método de enseñanza Moore* que su alumno Robert Moore desarrolló más tarde con gran éxito.

Sus principales intereses eran los fundamentos de la geometría y su especial aportación fue la introducción de la geometría no euclídea en los Estados Unidos, a través de su propia investigación y escritos. Comentó los trabajos de Lobachevsky, Bolyai y Poincaré, y tradujo sus obras al inglés. Escribió las biografías de Lambert, Farkas Bolyai, Lobachevsky, De Morgan, Sylvester, Chebyshev, Cayley y Klein. Su trabajo sobre los fundamentos de la geometría lo llevó a publicar *Demostración del teorema de Descartes y el teorema de Euler* en *Annals of Mathematics* en 1885 y, en la misma revista, las *Klein's Evanston Lectures* en 1893.

Su carrera docente acabó en el Colegio de Educación del Estado de Colorado, Greeley, en 1906 (hoy University of Northern Colorado). Tras su retiro en Greeley, Halsted escribió amargamente "Estoy trabajando como electricista, ya que no puedo cultivar en terrenos baldíos". Sin embargo, su jubilación no fue completa, pues su traducción anotada de *Euclides vindicatus*, de Saccheri, se publicó en 1920, y en el momento de su muerte estaba traduciendo la *Lógica demostrativa*, también de Saccheri, de lo que él creía que era la única copia existente.

## Serendipia y ciencia

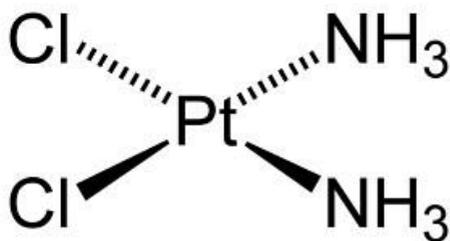
Gregorio López López, 23 de noviembre de 2019

Según el Diccionario de la Real Academia Española, una serendipia es un hallazgo valioso que se produce de manera accidental o casual. El término chiripa, muy utilizado en lenguaje coloquial, podría considerarse como un sinónimo de serendipia, pero se refiere comúnmente a eventos fortuitos en la vida cotidiana, generalmente intrascendentes. En la historia de la ciencia son frecuentes las serendipias. Es un mito muy extendido que algunos de los mayores descubrimientos científicos han sido hallados por absoluta casualidad, pero se olvida decir que estas casualidades se producen en investigadores con muchos años de investigación a sus espaldas.

A finales de 1945, el ingeniero estadounidense Percy Spencer estaba trabajando en su laboratorio con una serie de magnetrones, instrumentos que permiten convertir la energía eléctrica en microondas electromagnéticas. Hasta aquí un día normal en su vida, de no ser porque a Spencer le gustaba el chocolate. Solía llevar barritas de chocolate en su bolsillo, que de vez en cuando las comía mientras trabajaba. Pero un buen día, las barritas comenzaron a derretirse en el bolsillo cuando Spencer estaba trabajando cerca de uno de los magnetrones. ¿Podría ser que el calor que desprenden las microondas pudiera calentar la comida? Lo que había descubierto Spencer no era otra cosa que las microondas electromagnéticas de baja intensidad producen vibraciones y rotaciones en las moléculas de agua de los alimentos expuestos a ellas, de forma que estas vibraciones se convierten en calor a gran velocidad. Debido a que la mayor parte de los alimentos contienen un importante porcentaje de agua, pueden ser fácilmente cocinados de esta manera. Así es como nació el primer horno comercial de microondas.

Otro ejemplo de serendipia lo proporciona el descubrimiento del cisplatino como agente anticancerígeno. En 1965, el biofísico Barnett Rosenberg estaba estudiando el papel desempeñado por un campo eléctrico en la división celular. Para examinar esto, tomó un cultivo de *Escherichia coli* en un medio de amoníaco y cloruro amónico como regulador del pH y aplicó una corriente eléctrica mediante unos electrodos de platino "inertes". Observó que las bacterias dejaban de dividirse. Reinvestigado el proceso, llegó a la conclusión de que los electrodos de platino no eran inertes y en el medio cloruro amónico amoniacal habían formado el compuesto *cis*-Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, es decir, cisplatino, capaz de interactuar con el ADN celular. Así surgió uno de los agentes anticancerígenos más potentes conocidos.

Estructura química del Cisplatino



## ***En Navidad, regalemos con ciencia***

Rafael García Molina, 30 de noviembre de 2019

Cuando se acercan las fiestas navideñas comienza el bombardeo publicitario que incita a regalar a diestro y siniestro. La tipología de los obsequios es variada, pero su factor común suele ser el elevado precio y su poca necesidad real, con pocos beneficios objetivos para los consumidores y muchos para los fabricantes o vendedores. Una vez dicho esto, no quiero abogar en esta columna por desterrar la costumbre de intercambiar regalos, sea en estas fechas u otras. Pero, ¿por qué no nos planteamos la posibilidad de regalar con ciencia? Y aquí, por si alguien no se había percatado (cosa que dudo, dada la formación y perspicacia de las personas que leen esta columna), hago un juego de palabras.

Podemos obsequiar libros a nuestros seres queridos, con los cuales se descubren historias, universos, etc. que nos emocionan e instruyen, ayudándonos a conocer mejor el mundo que nos rodea, tomando conciencia de su fragilidad ante las acciones humanas. Hay magníficas obras en las que se desvelan los misterios de la naturaleza, se proponen experimentos o se plantean retos intelectuales.

Además de los libros, mis preferencias se decantan por los juguetes de contenido manipulativo o indagatorio, que permiten a los niños familiarizarse con su entorno o descubrir nuevas experiencias. Y, para ello, son ideales los juegos con referentes científicos. Entre ellos se hallan las típicas cajas que contienen un pequeño laboratorio de química o de biología, o un telescopio, o un juego de construcciones... Pero también hay otros juguetes más simples en su concepción y en sus materiales (una peonza, un yoyó...), que encierran grandes dosis de ciencia en sus entrañas, dispuesta a revelarse ante quienes quieran hacerse la pregunta del porqué de su funcionamiento.

Así es que cuando llegue el momento de escribir la carta a los Reyes Magos, además de pedir libros y juguetes no bélicos, ni sexistas..., procuremos que sean creativos, educativos y no alienen. Y si contienen algo de ciencia, todavía mejor.

Las lecturas y juegos de inspiración científica nos ayudarán a entender mejor cómo funciona este mundo en que vivimos y, así, adquiriremos conciencia de que es el único que tenemos y que debemos cuidarlo con todos los medios a nuestro alcance.

Estoy seguro de que en una sociedad donde la ciencia y la conciencia vayan de la mano, se podrán evitar (o mitigar) desastres de alcance planetario (como el calentamiento global), o catástrofes a nivel local (como la acaecida recientemente en el Mar Menor).

Por todo ello, llegadas estas fechas, ¡regalemos con ciencia!

## ***Impulsando las Matemáticas entre los jóvenes***

Ángel Ferrández Izquierdo, 7 de diciembre de 2019

Es bien conocida la gran curiosidad matemática de Dalí y Picasso por entender la cuarta dimensión, afición que trasladaron a alguna de sus creaciones más conocidas. Otros muchos ejemplos de creación artística, con base matemática, se pueden encontrar, por ejemplo, en la escultura, la literatura, el teatro, la ingeniería o la arquitectura. Dar rienda suelta a la imaginación creadora, especialmente entre los más jóvenes, es una apuesta que se está ensayando en los centros educativos más innovadores del norte de Europa. La sociedad está cambiando y los matemáticos son de los profesionales más versátiles y más buscados. Son pocos, saben pensar, razonar y enfrentarse a los problemas de manera creativa, y aprenden rápido.

La Universidad de Murcia, consciente de la trascendencia de la ciencia en la sociedad y de su aportación al estado de bienestar, considera que la divulgación científica es imprescindible para fomentar la valoración y la apreciación de la ciencia, sobre todo entre los más jóvenes. Íntimamente convencidos de que las Matemáticas nos ayudan a razonar y son un excelente ejercicio para estimular la creatividad y la imaginación, la Facultad de Matemáticas, en colaboración con la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, ha convocado la primera edición del certamen *Math\_TalentUM*.

El objetivo principal de esta actividad es propiciar el acercamiento a las Matemáticas de los estudiantes murcianos y mejorar su educación científica a través del ocio. Se trata de mostrar a los más jóvenes la importancia que adquiere esta ciencia en su vida cotidiana. Además, se busca fomentar la calidad, innovación y participación del profesorado de los centros de educación de la Región de Murcia, a través de nuevas técnicas docentes e iniciativas que introduzcan la materia científica en las aulas de una forma más gratificante (tanto para el profesorado como para el alumnado) y, por tanto, más eficiente en el aprendizaje.

El concurso está destinado a equipos formados por profesores y estudiantes de centros educativos de la Región de Murcia y está estructurado en tres niveles (5º y 6º de Primaria; 1º y 2º de ESO; 3º y 4º de ESO). El plazo para participar estará abierto hasta el 6 de marzo de 2020 y los grupos interesados deberán preparar un vídeo donde se presentará una creación científica con base matemática. La creación se entiende en un sentido amplio: un relato real o de ficción, poesía, teatro, pintura, escultura, elaboración de materiales (tanto digitales como manipulativos), descubrimiento de elementos matemáticos en nuestro entorno más cercano, etc.

## **Lecciones de la historia**

Vicente Vicente García, 14 de diciembre de 2019

Hace unos días tuvo lugar la apertura del curso 2020 de las Academias Científicas y Culturales de la Región de Murcia. Dado que mi profesión recae en el estudio de las enfermedades de la sangre, opté por impartir la lección inaugural con un tema trasversal, abordable por todos los presentes, pese a las muy distintas áreas de las siete Academias. La lección fue “Sangre viva y elocuente: lecciones de la historia”. Desde tiempos prehistóricos la sangre ha mantenido una fascinación en todas las civilizaciones y culturas. Se le fue otorgando un poder simbólico difícil de igualar, puesto que se le consideró esencia y fuente de vida. No han existido diferencias entre culturas, pues tanto en textos antiguos chinos, como en la Biblia, en el Talmud Babilónico o en la cultura griega, romana o azteca, hay una coincidencia: a la sangre se le conceden cualidades mágicas e implicaciones religiosas.

La contribución del estudio de la sangre a lo largo de la historia al desarrollo de la Medicina ha sido espectacular, pues este fluido vehiculiza células y proteínas de muy fácil acceso a través de una simple punción venosa. La lección propició un viaje en el tiempo comprobando cómo se han ido sucediendo conceptos y novedades para interpretar realidades biológicas y enfermedades de la sangre. No nos podemos detener en esas consideraciones, pues no hay espacio para ello, pero si quisiera plasmar, aunque sea telegráficamente, algunas de las lecciones que nos enseña la historia con la observación de los cambios sucedidos.

La primera lección aprendida es que el camino del progreso en ciencia es cualquier cosa menos rectilíneo. Un concepto, aunque parezca plausible y adecuado al conocimiento dominante en una época, no tiene por qué ser correcto. En definitiva, un hecho que fue considerado una verdad inamovible, puede que hoy no lo sea y mañana esa verdad puede ser también diferente. En ciencia la biología siempre supera a la imaginación.

La historia nos enseña que muchos son los que miran, pero muy pocos los que ven. Solamente personas excepcionales son capaces de reconocer manifestaciones inusuales. La serendipia ha tenido una influencia determinante en muchos logros, ha sido rozada y toqueteada por muchos, pero su correcta interpretación ha estado al alcance de muy pocos, pero coincidente con los que tienen imaginación, energía y tenacidad para mantener la búsqueda de una respuesta adecuada.

La tecnología es muy importante, pero sigue siendo crucial la aplicación del sentido científico en su uso. Son otras muchas más cuestiones aprendidas, pero la que posiblemente destaca sobre el resto es la que debemos tener presente todos los que nos acercamos al mundo de la ciencia, debemos ser humildes, y a los jóvenes que se inician en investigación debemos enseñarles a que cultiven con generosidad el escepticismo.

## **Lenguas clásicas y Ciencia**

Manuel Hernández Córdoba, 21 de diciembre de 2019

Ácido, alelo, alergia, ánodo, antígeno, apogeo, argón, automóvil, bacilo, barómetro, catálisis, cátodo, centímetro, centrífuga, dinamita, dinosaurio, electrolisis, enzima, epidermis, fluorescencia, fósforo, fotón, gameto, genoma, geografía, geología, geometría, helicóptero, helio, hidrógeno, kilómetro, kriptón, linfa, litiasis, misil, morfina, neón, núcleo, oxígeno, parásito, patógeno, perihelio, poliedro, proteína, radón, semáforo, submarino, trigonometría, vitamina, xenón.

Los anteriores cincuenta términos son tan solo una pequeña muestra de los muchos con origen en el griego o latín que se usan habitualmente en Ciencia. Durante siglos se han otorgado nombres con origen en estas lenguas a la mayoría de los conceptos o descubrimientos científicos. Así, al producto aislado por vez primera por un alquimista al calentar orina con arena en su búsqueda incesante de la piedra filosofal, puesto que brillaba en la oscuridad sin quemarse, se le dio un nombre derivado del griego que significa “portador de luz”, el mismo con el que se llamaba al planeta Venus cuando se manifiesta como estrella matutina. Hoy sabemos que se trata del fósforo, sonora y preciosa palabra que designa al elemento químico que ocupa la decimoquinta posición en el sistema periódico. Cuando se descubrieron los gases nobles recibieron nombres, también con origen griego, que describían alguna particularidad de su presencia o comportamiento, como helio (por su presencia en la atmósfera solar), argón (poco activo), xenón (extraño) o kriptón (oculto). Michael Faraday, científico de gran relevancia en la Ciencia del siglo XIX, también recurrió al griego en sus estudios, denominando “electrodos” a los materiales conductores que se usaban para provocar la “electrolisis”, con los descriptivos nombres de “ánodo” y “cátodo” para diferenciar las vías de entrada y salida de la carga. Estos y muchos otros ejemplos en campos diversos de la Ciencia reflejan que lo que entendemos como lenguas clásicas, fundamentalmente latín y griego, están en la esencia misma del saber y de nuestra cultura. Hoy en día, cuando se produce un avance suele recurrirse para denominarlo a términos derivados de otra lengua, muy usada, pero de distinta raíz. Es difícil sustraerse a esta tendencia porque el mundo ha cambiado, el contexto socioeconómico es bien diferente y la “lingua franca” actual que se emplea mayoritariamente para la comunicación es otra. Los grandes pensadores y científicos han conocido y apreciado durante siglos las lenguas clásicas, pero hoy en día las hemos marginado. Será una consecuencia del inevitable paso del tiempo pero, en todo caso, es una pena.

## Ciencia y Humanidades

José Orihuela Calatayud, 11 de enero de 2020

En 2011 Mario Vargas Llosa visitó Murcia y nos decía:

*“Yo organizo enteramente mi vida en función del trabajo de escribir ... y en un momento determinado tengo la sensación de que todo lo que hago, incluso la cosa más tonta (comer, contar chistes con alguien) todo eso se lo traga, lo devora esa especie de gran ballena que se alimenta de todo lo que pasa para la historia que estoy tratando de contar ... Es la sensación de dependencia total, de entrega total a esa fuerza devoradora que es escribir una historia a partir de un determinado momento”*

Defiendo hoy aquí un mestizaje trascendente: aquel que implica la reunión de dos culturas que deberían encontrarse unidas, pero que desgraciadamente no lo están: la “cultura humanística” y la “cultura científica” generando el problema de las “dos culturas”, el cómo la vida intelectual de nuestra sociedad occidental se divide cada vez más en dos grupos... Los intelectuales literarios en un polo, y en el otro los científicos, existiendo entre ellos un golfo de mutua incompreensión, en ocasiones de hostilidad y antipatía, pero sobre todo de falta de entendimiento, como analizaba Charles Snow en una conferencia en Cambridge (1959).

leyendo a Vargas Llosa y su proceso creativo, no parece haber diferencia alguna con el correspondiente proceder de un investigador puro tratando de desentrañar la verdad al borde del conocimiento. El trabajo, tal y como lo describe Vargas Llosa, es completamente similar al del científico. Reconozcamos pues a los narradores excelentes como los proveedores de investigación básica en Humanidades, a la espera de los especialistas que vendrán después a estudiar sus obras en una investigación claramente más aplicada. Aunemos así Ciencia y Humanidades, lo que sin duda nos traerá sazonados frutos de cara al porvenir como el Profesor Victorino Polo nos reconocía en su Atalaya del Tiempo, en este mismo diario el 06-02-2016.

Cultivemos el arte de enseñar la ciencia con pasión y entrega, tratemos de conmovier con ella siguiendo a Carl Sagan:

*“En una vida corta e incierta, parece cruel hacer algo que pueda privar a la gente del consuelo de la fe cuando la ciencia no puede remediar su angustia. Los que no pueden soportar la carga de la ciencia son libres de ignorar sus preceptos. Pero no puede servirse la ciencia en porciones aplicándola donde nos da seguridad e ignorándola donde nos amenaza... porque no somos bastante sabios para hacerlo”.*

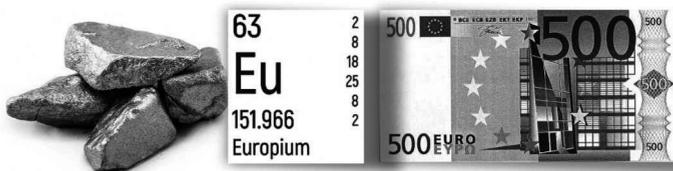
## **El europio y los billetes de 500 euros**

Gregorio López López, 18 de enero de 2020

Falsificar un billete de 500 euros es más difícil de lo que parece. El secreto reside en el europio, un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es Eu y su número atómico es 63. Es el elemento más reactivo de la familia de las tierras raras y puede formar compuestos fluorescentes usados en dispositivos como lámparas fluorescentes, televisiones en color, escáneres de detección de drogas y para la protección de los billetes contra la falsificación.

Las moléculas fluorescentes absorben luz de alta energía (luz ultravioleta) pero emiten esa energía en forma de luz visible de menor energía. Dependiendo de la molécula de la que forme parte, el europio puede emitir luz roja, verde o azul. Para preparar la tinta, se añaden iones de europio a una tinta fluorescente. Los tintes de europio constan de dos partes. De un lado está el receptor, que forma la mayor parte de la molécula y capta la energía luminosa incidente, que el europio no puede absorber, la transforma en energía vibratoria, que el europio sí puede absorber, y la lleva hasta la punta de la molécula. Allí la recibe el europio, que excita sus electrones, y éstos saltan a niveles de energía superiores. Pero justo antes de que los electrones salten, se desploman y emitan, una parte de la onda de energía entrante “rebota” y regresa al receptor. A causa de esta pérdida de energía, cuando los electrones caen de vuelta a su nivel producen luz de menor energía.

En los billetes de 500 euros, los tintes fluorescentes se escogen de manera que el europio parezca apagado bajo la luz visible, de modo que un falsificador crea que ha obtenido una réplica perfecta. Pero si se pone el billete bajo un láser especial, el láser excitará a la tinta invisible. Y entonces se producirán los siguientes cambios. El bosquejo de Europa de los billetes brilla con un color verdoso. Una corona de estrellas de color pastel gana un halo amarillo o rojo, mientras que monumentos, firmas y sellos ocultos brillan en color azul marino. Para descubrir a los falsificadores, la policía sólo tiene que buscar billetes que no muestren todos esos signos. Así que en cada billete en realidad hay dos: el que vemos y un segundo oculto dibujado por encima del primero, como un código incrustado.



Aspecto del Europium, descripción en la tabla periódica y billete de 500 euros.

## **Enseñar, formar, educar...adoctrinar**

Angel Pérez-Ruzafa, 25 de enero de 2020

Hace meses escribía una columna titulada “Ciencia, conocimiento, inteligencia y ...”. Los puntos suspensivos se referían a la sabiduría. Allí comentaba que el conocimiento es lo que sabemos de cómo funciona el universo. La ciencia, basada en el método científico, es una herramienta para adquirirlo, pero no la única, ya que la cultura es precisamente el conocimiento de un pueblo, acumulado durante siglos, que le ha permitido sobrevivir y progresar en un entorno dado. La inteligencia es la capacidad de resolver problemas y sobre todo, de anticiparlos para poder evitarlos. La sabiduría, la más difícil de alcanzar, implica una visión de lo realmente importante y una capacidad de reflexión desprovista de condicionantes, dando el contexto exacto a la inteligencia...

Mientras la ciencia es la única herramienta para responder preguntas con límites de fiabilidad, la cultura y la sabiduría pueden alimentarse de ella, pero no son equivalentes, ni les es imprescindible. La cultura de los pueblos amazónicos o de los bereberes del desierto, les ha permitido sobrevivir en sus respectivos ambientes durante milenios sin haber realizado nunca un experimento; y podemos encontrar la inteligencia y sabiduría que muchos eruditos no alcanzarán nunca, en personas que no han tenido acceso a formación académica alguna.

Lo que se está planteando ahora es quién debe transmitir estas capacidades a las próximas generaciones. La tarea es impresionante, porque de ello dependerán nuestros conocimientos y posibilidades de sobrevivir... pero, sobre todo, de convivir entre nosotros y con el resto de seres vivos.

Siendo la ciencia y el conocimiento científico fundamentales para el progreso de nuestra sociedad, creo que pocos considerarían la cultura y la sabiduría aspectos prescindibles. La ciencia tiende a estandarizar sus protocolos y se mueve en límites estrechos que garanticen su validez. Los científicos y maestros, formados en la ciencia de cada disciplina, son quienes deben transmitir el conocimiento científico acorde a su propia formación y al nivel de sus alumnos... pero el conocimiento cultural y el desarrollo de la inteligencia y la sabiduría pueden tener otras connotaciones. Conozco científicos y “expertos” que se han pasado de listos cuando confrontan sus conocimientos con pescadores, por poner un ejemplo, y sería interesante verlos sobrevivir en la selva amazónica o en el desierto, por mucho que hayan estudiado sus ecosistemas... Y de la sabiduría... ¿qué podemos decir? Uno de los grandes valores de la cultura es su diversidad y su principal riesgo es la imposición de homogeneidad. Las cuestiones culturales no son triviales, aunque fuera del contexto en el que tienen su sentido pueden ser fuente de frustración o confrontación, y el interés en forzarlas o imponerlas, sin libertad de elección, capacidad de reflexión y sentido crítico, ignorando el contexto que las justifica, quizás tenga más que ver con el adoctrinamiento que con la formación...

## ***Litio (el oro blanco)***

Gregorio López López, 1 de febrero de 2020

El litio (Li; elemento número 3 de la tabla periódica) toma su nombre del griego *lithos*, que significa piedra. De hecho, fue descubierto en un mineral pétreo, al contrario que los otros elementos alcalinos. Las trazas de litio y berilio, junto con el hidrógeno y el helio, representan los únicos elementos originados tras el Big Bang. Todos los demás fueron sintetizados mediante fusiones nucleares en las estrellas o durante estallidos de supernovas.

Tiene numerosas aplicaciones. El estearato de litio es un lubricante utilizado a altas temperaturas, el hidróxido de litio se usa en naves espaciales y submarinos para depurar el aire extrayendo el dióxido de carbono y es un componente común de diversas aleaciones empleadas en la construcción aeronáutica. Las sales de litio, particularmente el carbonato y el citrato de litio, se emplean en el tratamiento de la enfermedad bipolar. Es un estabilizador del estado de ánimo.

Pero actualmente su aplicación a las baterías de teléfonos móviles, de ordenadores y de automóviles eléctricos lo ha convertido en una materia prima estratégica de primer orden (se le llama “oro blanco”). La batería de iones litio es un dispositivo diseñado para el almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. El cátodo generalmente está hecho de un óxido mixto de litio y cobalto (LiCoO<sub>2</sub>) o de fosfato de litio y hierro (LiFePO<sub>4</sub>), que es más barato. El ánodo generalmente es de grafito. Entre ambos se coloca el electrolito (la sal de litio en un polímero sólido) y en su interior un separador, lámina muy delgada de plástico microperforado que permite que los pequeños iones de litio pasen a través de sus microporos.

Diversos gobiernos y fabricantes de automóviles, ante la expectativa de una futura gran demanda de autos eléctricos, están buscando sellar alianzas con países como Chile, Bolivia y Argentina, el llamado “triángulo del litio” en Sudamérica. Según expertos, la zona del triángulo contiene recursos de litio equivalentes al petróleo existente en Arabia Saudita. El Servicio Geológico de Estados Unidos ha indicado que Bolivia (Salar de Uyuni, en Potosí) contiene la mayor reserva mundial de mineral de litio, unos 21 millones de toneladas. El reciente golpe de estado contra Evo Morales está, muy probablemente, relacionado con la intención de dicho mandatario de nacionalizar las reservas de mineral de litio.

## ***Hygia pecoris, One Health y la neumonía de Wuhan***

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 8 de febrero de 2020

Después del gran brote de peste porcina africana que ha desestabilizado los mercados mundiales de carne de porcino y la epidemia de la neumonía de Wuhan, que ha sido capaz de alterar las bolsas y el sistema financiero de medio mundo, además del cierre de fronteras al tránsito de personas y productos, ahora se ha declarado un brote de gripe aviar, cerca de foco de Wuhan. Es evidente que China debe revisar profundamente sus protocolos de bioseguridad para tranquilidad de los vecinos que habitamos el planeta tierra y hacer de la sanidad, en general, una prioridad para los próximos años.

Esta situación de emergencia nos devuelve el concepto de *one health*, una sola salud, como única estrategia multidisciplinar para el cuidado de la salud de las personas, los animales y el medio ambiente, y en donde el trabajo conjunto de investigadores, veterinarios, médicos y otros expertos en sanidad y salud se hace indispensable. Más aun cuando la globalización y el cambio climático están modificando los patrones de propagación que hasta ahora conocíamos de las enfermedades transmisibles.

*One health* nace, renace diría yo, de las reflexiones y trabajos de dos médicos y un veterinario que entendieron la necesidad de un concepto global de salud, en el 2006. Cada año, cinco nuevas enfermedades potencialmente peligrosas para la especie humana proceden de los animales, incluida la transmisión a través de la cadena alimentaria. Como aparentemente ha pasado con el coronavirus de la neumonía de Wuhan. Y como antes sucedió con la gripe aviar, la rabia, el ébola, la brucelosis, la fiebre del valle del Rift o la influenza. El 60% de los patógenos humanos son zoonosis, es decir, proceden de los animales.

Hoy más que nunca hay que atender con urgencia y de un modo coordinado no sólo a aspectos tan importantes como la seguridad alimentaria o el control de las zoonosis sino también a la lucha contra las resistencias microbianas a los antibióticos, donde solo con una acción conjunta entre médicos y veterinarios se puede controlar uno de los mayores riesgos que tenemos y vamos a tener en los próximos años: la resistencia creciente de microorganismos a los antibióticos sin una alternativa viable de lucha.

No sé, en estos momentos que escribo este pequeño artículo, la evolución que va a tener en los próximos días ni la gripe aviar, ni el coronavirus de la neumonía de Wuhan ni cualquier otro patógeno que pueda surgir. Pero nada es nuevo y necesitamos pensar y actuar como *one health*. Como el mensaje que transmite el lema del escudo de la profesión veterinaria, desde 1922: *hygia pecoris, salus populi*. Porque higiene y salud, animales y personas, desde los orígenes, siempre han caminado juntos.

## ***La emergencia de los coronavirus***

Mariano Gacto Fernández, 15 de febrero de 2020

La aparición en la escena clínica del coronavirus de Wuhan (conocido como 2019nCoV) ha disparado una crisis mundial que recuerda a la generada por los episodios de las vacas locas producidos por priones o a los brotes de fiebre hemorrágica causados por el virus Ébola. Parece que, de modo intermitente, aparecen nuevas infecciones que ocupan los medios informativos. Los coronavirus son virus cuyo genoma no contiene ADN como material genético sino ARN formado por una sola cadena que tiene polaridad de mensajero. Esto implica que sus genes pueden ser traducidos directamente a proteínas sin necesidad de transcripción. No entran en el núcleo celular, se multiplican en el citoplasma y los nuevos virus producidos se ensamblan en el aparato de Golgi, desde donde son secretados al exterior de la membrana. Cuando se observan por microscopía electrónica presentan unas proyecciones glicoproteicas superficiales que les dan el aspecto de llevar una corona, de donde deriva su nombre.

Los coronavirus causan infecciones respiratorias en humanos y en animales, incluyendo algunos de los resfriados comunes. Pero ocasionalmente varias cepas de estos virus desarrollan neumonías en el tracto respiratorio que pueden resultar mortales. A finales del año 2003, otro coronavirus, el virus del SARS (SARSCoV) originó la enfermedad epidémica del Síndrome Respiratorio Agudo Grave con una mortalidad relevante. Esta epidemia se originó también en China, llegando a afectar a 32 países, aunque afortunadamente, no ha habido más casos de SARS desde 2004 debido a los esfuerzos internacionales para controlar la enfermedad.

Como el virus del SARS y otras enfermedades emergentes, los coronavirus son originalmente zoonosis virales, es decir, proceden de animales. Pero desarrollan enfermedades explosivas en humanos cuando cruzan las barreras de especie del hospedador. La cadena de infecciones en el hombre se puede originar a través del consumo de alimentos de animales exóticos que son comunes en regiones asiáticas. Esta infección inicial se amplifica luego por diversos medios incluyendo el contacto directo. Por otra parte, como ocurre con otras ARN polimerasas, la replicasa que copia la molécula de ARN genómico durante el ciclo de multiplicación presenta una escasa fidelidad de copia y se pueden producir mutaciones que favorecen la nueva interacción con receptores de células humanas. La expansión de los viajes internacionales son una oportunidad para la rápida propagación de estas esporádicas enfermedades emergentes. Es de esperar que las lecciones aprendidas de casos previos garanticen el control de nuevas epidemias.

## ***Hadronterapia: haces de iones contra el cáncer***

Rafael García Molina, 22 de febrero de 2020

A finales de 2019 se inauguró el primer centro (privado) de protonterapia en España. Por ello no está de más conocer algunos detalles sobre esta técnica radioterapéutica, que se une a los tratamientos ya existentes para afrontar con más éxito la lucha contra el cáncer.

El procedimiento empleado para eliminar células malignas mediante radioterapia convencional consiste en irradiarlas con electrones o fotones, para que su estructura se altere, y mueran o no puedan reproducirse. Esto se consigue gracias a la dosis energética depositada en la región tumoral. Sin embargo, esta radiación también afecta a los órganos anteriores y posteriores a la zona en tratamiento, lo que puede tener consecuencias indeseables (alteraciones en órganos sanos, efectos sobre el crecimiento de pacientes jóvenes...).

En la hadronterapia se irradia al paciente mediante haces de partículas pesadas (protones o iones de carbono, principalmente) para que lleguen con mayor precisión al tumor, minimizando los efectos indeseados en los órganos sanos colindantes. En concreto, en las regiones que atraviesa el haz de partículas previas al tumor hay menos efectos negativos que con la radioterapia convencional y el impacto es prácticamente nulo en la región posterior, debido al comportamiento balístico (con menos dispersión) de los protones o los iones de carbono, a que ceden la mayoría de su energía en la región donde se hallan las células tumorales. Esto se consigue ajustando adecuadamente la energía del haz incidente sobre cada paciente.

Además de la precisión, otra ventaja de la hadronterapia es su mayor efectividad biológica para la misma cantidad de energía depositada en los tejidos biológicos. Esto se debe, en gran medida, a la abundancia de electrones secundarios generados por los protones (todavía mayor por los iones de carbono). En particular, se piensa que los electrones de muy baja energía son los principales responsables del daño irreversible del ADN y, por tanto, de la destrucción de las células malignas.

Actualmente, hay cerca de un centenar de centros hospitalarios en todo el mundo (principalmente en EEUU y Japón), donde la hadronterapia se aplica con éxito para tratar tumores próximos a órganos vitales (muy sensibles a la radiación) y tumores pediátricos (reduciendo efectos secundarios que afecten al posterior desarrollo de los niños).

Aunque esta técnica tuvo sus orígenes en la curiosidad de los físicos por entender cómo interacciona la radiación con la materia, su implementación práctica requiere un gran esfuerzo multidisciplinar: física (descripción de la propaga de radiación en diferentes materiales), química (estudio de moléculas reactivas generadas en el material irradiado), biología (efectos de la radiación sobre los biomateriales), medicina (planificación y control de los tratamientos), ingeniería (diseño y construcción de sofisticados dispositivos), matemática (tratamiento de datos)...

Esperemos que la hadronterapia pueda ofrecerse desde la sanidad pública en un futuro no muy lejano.



## ***Bicicletas matemáticas***

Ángel Ferrández Izquierdo, 29 de febrero de 2020

Entendemos por bicicleta un vehículo de dos ruedas, normalmente de igual tamaño, cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera por medio de un plato, un piñón y una cadena. Es lo más natural cuando se asocia rueda con algo muy redondo, es decir, rueda se identifica con una circunferencia, entendida como curva plana y cerrada cuyos puntos equidistan de otro situado en su interior, llamado centro. Es más, la experiencia nos dice que, salvo caminos pedregosos, un paseo en bici suele ser muy placentero. ¿Cuál es la razón de ese confort? Que el centro de masas del sistema bici/ciclista, situado en el centro del segmento que une los centros de las ruedas, describe una recta casi perfecta.

Entra ahora en escena el pensamiento matemático para indicar que cada rueda es, en efecto, una circunferencia que se desplaza, sin deslizarse, sobre un camino que identificamos con una curva suave, sin picos, que idealmente sería una línea recta. Hemos puesto de manifiesto dos curvas, circunferencia y recta, desplazándose una sobre la otra, así que podemos modificar cualquiera de ellas. Comencemos por la primera, tomando como curva cerrada un cuadrado que desempeñaría el papel de rueda de nuestra nueva bici. Suponiendo que la ponemos en movimiento, cosa harto difícil sobre un camino plano, enseguida nos daremos cuenta que su centro de masas describe una curva no recta.

Si por el contrario mantenemos la rueda circular y modificamos la curva del camino, siendo ahora una senoide, el paseo no resultará muy confortable. Todavía peor si el camino está formado por trozos enlazados de catenarias (baches) o catenarias invertidas (pasos de cebra sobreelevados). Lo sorprendente de la mezcla de ambos casos, bici de ruedas cuadradas y camino formado por catenarias invertidas, es que el paseo es tan placentero como el de una bici clásica sobre sobre un camino plano. En efecto, construimos un camino a base de trozos iguales de catenarias invertidas, de manera que cada trozo enlace con el siguiente formando un ángulo de 90 grados, que es justamente el ángulo interior de la rueda. Subidos a una bici de ruedas cuadradas, cuyo lado sea de la misma longitud que cada trozo de catenaria, y desplazándonos sobre tal camino, apenas nos daríamos cuenta de la rareza de las ruedas.

Idéntico razonamiento, salvo pequeños detalles, valdría para ruedas pentagonales, hexagonales, etc., y catenarias invertidas como caminos. Entonces ¿cualquier polígono regular valdría como rueda? La excepción, sorprendentemente, está en el triángulo. La razón está en que su ángulo interno es de 60 grados y 90 es el ángulo mínimo entre dos catenarias consecutivas. ¿Y ruedas con forma de margarita? Las matemáticas nos dirán qué forma debe tener el camino.

## Las cuatro gemas

Gregorio López López, 7 de marzo de 2020

Una gema o piedra preciosa es un mineral que al cortado o pulido se puede usar en la confección de joyas. Una gema es evaluada principalmente por su belleza y perfección. De hecho, la apariencia es lo más importante. En el caso de los diamantes tallados, por ejemplo, su valor dependerá de las llamadas «cuatro C's», por sus siglas en inglés: *carat* (quilate), *cut* (talla), *colour*, (color) y *clarity* (transparencia). Hoy en día, las gemas son descritas y diferenciadas por los especialistas por ciertas especificaciones técnicas. Entre ellas, de qué están hechas, es decir, su composición química. Tradicionalmente, las gemas eran divididas en dos grandes grupos: las piedras preciosas y las piedras semipreciosas, sin más. Se consideraban preciosas las cuatro principales gemas: diamante, rubí, zafiro y esmeralda.

El diamante (del griego antiguo *adámas*, que significa invencible o inalterable) es un alótropo del carbono donde los átomos de carbono están dispuestos en una variante de la estructura cristalina cúbica centrada en las caras denominada red de diamante. El diamante tiene renombre específicamente como un material con características físicas superlativas, muchas de las cuales derivan de los fuertes enlaces covalentes entre sus átomos. Por su elevada dureza, la principal aplicación industrial del diamante es en herramientas de corte y de pulido. El diamante también tiene una dispersión refractiva relativamente alta, esto es, habilidad para dispersar luz de diferentes colores, lo que resulta en su lustre característico. Sus propiedades ópticas y mecánicas excelentes, hacen que el diamante sea la gema más popular.

La esmeralda es una variedad verde del berilo, que es un mineral ciclosilicato de berilio y aluminio,  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ , que contiene además pequeñas cantidades de cromo y, en algunos casos, vanadio, que le proporcionan su característico color verde. Es una piedra preciosa muy valorada y apreciada desde la antigüedad. Su nombre, posiblemente persa, significa piedra verde y su tonalidad ha dado nombre al color verde esmeralda.

Rubí y zafiro derivan del corindón, que es el óxido de aluminio,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . El color rojizo del rubí se debe a las impurezas de cromo y hierro del corindón. Su nombre viene de *ruber*, que significa rojo en latín. El zafiro (del hebreo *safir*, que significa pulcro) es la variedad transparente y azul del corindón con pequeñas cantidades de impurezas como cromo y titanio. Aunque muchas veces se aplica el término zafiro para todos los colores excepto el rojo, el zafiro auténtico es azul intenso.

## Hoy es el Día de $\pi$

Rafael García Molina, 14 de marzo de 2020

En el año 1988, en un día concreto (14 de marzo) y a una hora concreta (1:59) se congregaba en torno a tartas y té el personal del *Exploratorium*, un magnífico museo dedicado a la divulgación científica ubicado en San Francisco. ¿Y cuál fue el motivo para reunirse ese día, a esa hora y compartir concretamente ese desayuno (tan) temprano, o esa cena (tan) tardía?

La idea para celebrar tal evento surgió de Larry Shaw, un físico que trabajaba en el museo, quien propuso ese instante en que la fecha: mes 3 y día 14 (pues en el ámbito anglosajón el mes se antepone al día) y el instante: hora 1 y minuto 59, constituían los primeros dígitos del número pi (representado en los textos científicos mediante la letra griega  $\pi$ ): 3,14159. La tarta era la protagonista principal del menú porque la correspondiente palabra inglesa (“pie”) y la denominación del número representado por la letra griega (“pi”) se pronuncian igual en inglés. El motivo de beber té no está documentado, pero posiblemente sería para evitar atragantarse con las tartas.

Poco se podían imaginar los participantes en aquella divertida reunión, motivada por una coincidencia numérica (3<sup>r</sup> mes, 14<sup>º</sup> día, 1<sup>a</sup> hora, 59<sup>º</sup> minuto), y de pronunciación (en inglés “pie” suena como  $\pi$ ) que trascendería el ámbito de un grupo de científicos, divulgadores y amigos, para convertirse en una celebración que se conmemora en todo el mundo cada 14 de marzo: el Día de  $\pi$ .

Y este número que simbolizamos mediante una letra griega no es un número cualquiera, pues corresponde al resultado de dividir la longitud (el perímetro) de una circunferencia entre su diámetro. Que esto se cumple a rajatabla para cualquier circunferencia lo pueden comprobar los lectores sin más que medir (con un hilo o un cordel, por ejemplo) las magnitudes antes indicadas en cualquier circunferencia que tengan a mano (bote de conserva, rueda de bicicleta, CD, etc.) y hacer la correspondiente división. No obtendrán exactamente el número antes indicado (debido a los inevitables errores en las medidas), pero las primeras cifras sí se aproximarán bastante.

Por la importancia que tiene en el cálculo de longitudes, superficies y volúmenes, entre otras muchas aplicaciones, desde hace más de 4000 años los matemáticos han ido definiendo cada vez mejor el valor del número  $\pi$ , y en la actualidad se conocen más de 50000000000000 decimales, que se irán incrementando gracias a la potencia de cálculo de los modernos ordenadores.

Además de celebrarse el **Día de pi**, tal día como hoy fue elegido por la UNESCO el año pasado como Día Internacional de las Matemáticas.

## ***Desequilibrios***

Angel Pérez-Ruzafa, 21 de marzo de 2020

Recientemente se ha publicado un nuevo avance en la comprensión del origen del Universo. Para que el universo que conocemos sea posible y la materia no se neutralizara con la materia oscura se necesitó un leve desequilibrio a favor de la primera. Dicho desequilibrio fue producido por unas partículas sin carga, los neutrinos. Pero esto no debería sorprendernos y podría haberse predicho. La única posibilidad de contrarrestar la segunda ley de la termodinámica y evitar que todo se homogenice es forzar desequilibrios, para que de este modo fluya la energía, así poder ofrecer resistencias a dicho flujo, y emplear el trabajo que se genera en crear estructura y heterogeneidad, es decir, aumentando los desequilibrios con el entorno, para seguir manteniendo el sistema. Ya hemos escrito otras veces sobre esto en el contexto de lo que hace posible la vida, y también a la hora de hablar de la atracción de las fronteras y por qué en ellas se mueve la economía, el comercio, la cultura, y la historia.

Sabiendo esto, es fácil comprender muchas de las cosas que ocurren a nuestro alrededor. Sin caer en teorías de la conspiración, el crecimiento de una sociedad y el aumento de sus infraestructuras tiene que hacerse del mismo modo. Por eso el campo es explotado por las ciudades, los estados y los imperios crecen a expensas de someter a otros territorios y los países desarrollados siguen haciéndolo a costa de los del tercer mundo. Esto es un principio ecológico básico. Los ecosistemas más desarrollados y complejos consumen todo lo que producen e incluso explotan a los sistemas más simples y productivos adyacentes. Los economistas deberían tener también claros estos principios. El crecimiento de estados como Alemania o el Reino Unido, tiene que ser a costa de mantener ciertos desequilibrios que favorezcan los flujos comerciales en una determinada dirección. Por eso, cuando todos los estados miembros de la UE alcanzan niveles de desarrollo y complejidad razonablemente altos, sostenerlos requiere incorporar nuevos estados con menor complejidad que mantengan los flujos internos. Regiones como Cataluña han venido haciendo esto sistemáticamente con el resto de España. Es evidente que antes o después esto tiene un límite cuando todos aspiran a alcanzar el mismo nivel de desarrollo. Entonces se plantea la necesidad de forzar nuevos desequilibrios, impidiendo o retrasando el desarrollo de unos para mantener los flujos netos hacia otros o saliéndose del sistema para buscar otras alternativas. La cuestión es en qué extremo del gradiente estamos nosotros. En algún lugar del universo debe estar la clave de cómo compaginar los desequilibrios, aparentemente imprescindibles, salvaguardando la justicia y sin destruir a los semejantes.

## ***La evolución de la pandemia***

Mariano Gacto Fernández, 28 de marzo de 2020

Hace poco más de un mes escribí en este espacio una columna sobre la emergencia del coronavirus covid-19. Las últimas líneas recogían mi esperanza de que las lecciones aprendidas de casos previos, como las epidemias por el virus Ébola o por el virus del SARS, podrían garantizar el control de una nueva epidemia. Por desgracia, tal visión ha resultado optimista a la luz de la generalizada pandemia. Otro coronavirus, como el del SARS, llegó a afectar a 32 países y causó poco más de 900 muertes, pero el covid-19 se distribuye a nivel mundial por unos 140 países, afecta a casi medio millón de personas y el número de muertes ocasionadas se acerca a decenas de miles. Además, estas cifras no son representativas porque la propagación real de la pandemia del covid-19 está en pleno desarrollo y constituyen por tanto estimaciones muy conservadoras.

Cabe cuestionar la falta de éxito de los esfuerzos internacionales para controlar el covid-19 y, más específicamente, las causas por las que la enfermedad alcanza en nuestro país niveles alarmantes que alteran profundamente nuestra existencia y nuestra economía. En un mundo globalizado, el control de la circulación del virus basado en el aislamiento social generalizado es una contención de difícil realización. Aunque el virus no presenta una elevada tasa de letalidad, su infectividad es muy alta, de modo que la detección de portadores es crítica. Si adjudicamos al virus una mortalidad del 4% de los infectados, esto supone que de cada 100 pacientes morirán 4, de cada mil 40 y de un millón 40.000. Como el número de muertes viene determinado por el de portadores, la cuestión clave para un control eficaz radica en el análisis sistemático de las secreciones respiratorias en grandes conjuntos de población mediante la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción reversa en tiempo real, que evidencia la presencia del genoma viral en las personas infectadas. Tras el aislamiento estricto de los portadores puede intuirse el pico de la curva de evolución de la epidemia y las muertes asociadas.

En esencia, esta estrategia de análisis masivo es la seguida por Corea del Sur, que presenta a estas fechas una tasa de mortalidad del 0.8%, menor que la global de la OMS de un 3.4%. Por contra, España es actualmente el cuarto país con mayor número de casos confirmados y el tercero en número de muertes (6,1%). El número de portadores no parece controlado y se espera una vacuna...

## ***A hombros de gigantes***

Ángel Ferrández Izquierdo, 4 de abril de 2020

Esta manida expresión forma parte de la cita “Si he llegado a ver más lejos, fue encaramándome a hombros de gigantes”, contenida en una carta de Isaac Newton a Robert Hooke en 1676 y volvió a tomar protagonismo tras las obras *The Illustrated, on the shoulders of giants*, 2004, de Stephen Hawking y *The Scientists, an epic of discovery*, 2012, editado por Andrew Robinson. Tal es así, que el aforismo ha sido profusamente empleado en títulos de programas de radio, artículos, libros y conferencias.

Sin embargo, tal máxima tiene una larga historia cuya evolución fue profusamente estudiada por el eminente sociólogo de la Ciencia Robert K. Merton en su obra de 1965 *On the shoulders of giants*. En cuanto al origen de la famosa cita, el teólogo del siglo XII, John de Salisbury, en su tratado de lógica *Metalogicon*, se la atribuye al filósofo Bernard de Chartres, lo cual es refrendado por Robert Burton, en su obra *La anatomía de la melancolía* de 1624, al referirse a “los pigmeos colocados en los hombros de gigantes ven más que los gigantes mismos”.

Dicho eso, internet nos descubre un dibujo de la mitología griega representando al gigante ciego Orión portando sobre sus hombros a su siervo Cedalión, quien cede sus ojos al gigante y la misma versión, de Cedalión en los hombros de Orión, en el óleo sobre lienzo de 1658 *Blind Orion Searching for the Rising Sun*, del francés Nicolas Pous-sin, que se encuentra en el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York.

Todo investigador sabe quiénes son sus gigantes, los que dan los grandes impulsos a la Ciencia, a quienes hay que seguir, a quienes hay que intentar encaramarse, pero son los gigantes intermedios mis preferidos, esos colosos más cercanos que allanan los senderos y cuyos hombros son más accesibles. Es evidente que los gigantes de Newton eran Copérnico, Kepler y Galileo.

Albert Einstein, otro gigante, fue declarado el científico más influyente del pasado siglo. En los dos siglos que transcurrieron entre Newton (1643-1727) y Einstein (1879-1955) encontramos enormes colosos, entre otros, Faraday (1791-1867) y Maxwell (1831-1879), y entre cada dos de ellos volveríamos a encontrar nuevos titanes de la Ciencia, donde en cada paso quizás vayamos perdiendo unos pocos centímetros de “estatura”.

Sea como fuere, el progreso de la Ciencia, y del conocimiento en general, necesita de gigantes, colosos y titanes, y descendiendo al mundanal ruido, también precisa de todo aquél que, honradamente, encuentra sus propios goliats en los que auparse. En realidad, la regla de oro de cualquier investigador debería ser saber elegir a los hombros de quién, cómo y cuándo encaramarse.

## ***El coronavirus y la caverna de Platón***

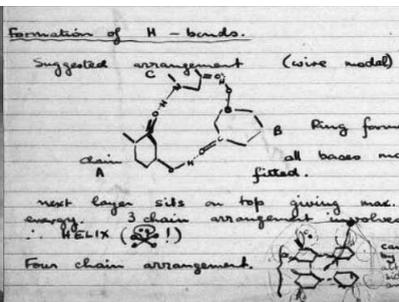
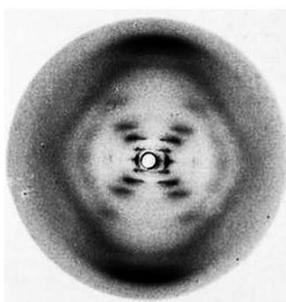
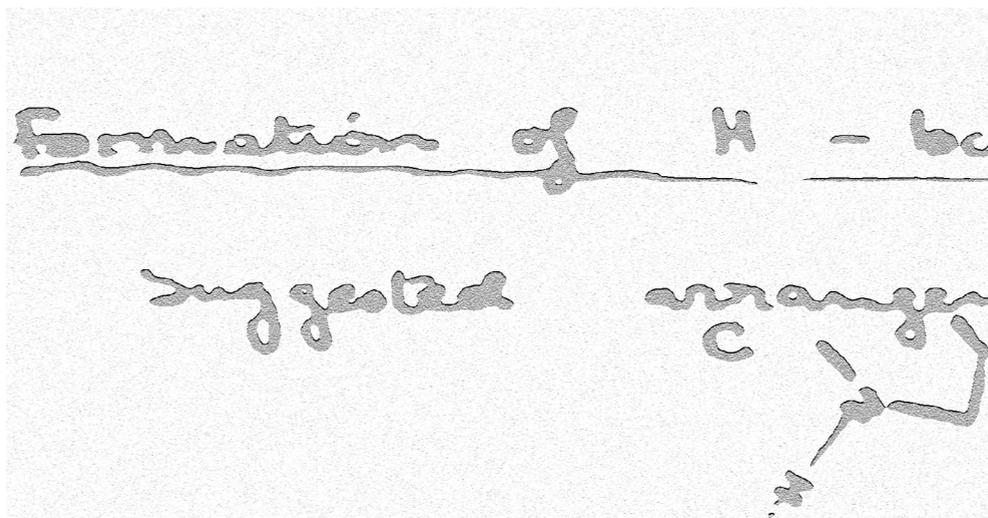
Ángel Ferrández Izquierdo, 25 de abril de 2020

La tremenda reclusión a la que nos hemos visto sometidos ha traído a mi memoria la Alegoría de la Caverna, de Platón (427-347 a.C.). Mientras las enseñanzas de Sócrates se llevaban a cabo mediante preguntas y respuestas, las de Platón, su discípulo más aventajado, las planteó en forma de diálogos, donde el maestro Sócrates era el contertulio habitual. La *República* es el diálogo más ambicioso de Platón donde expone tanto sus ideales políticos como sus teorías de la naturaleza del ser (ontología) y la naturaleza del conocimiento (epistemología).

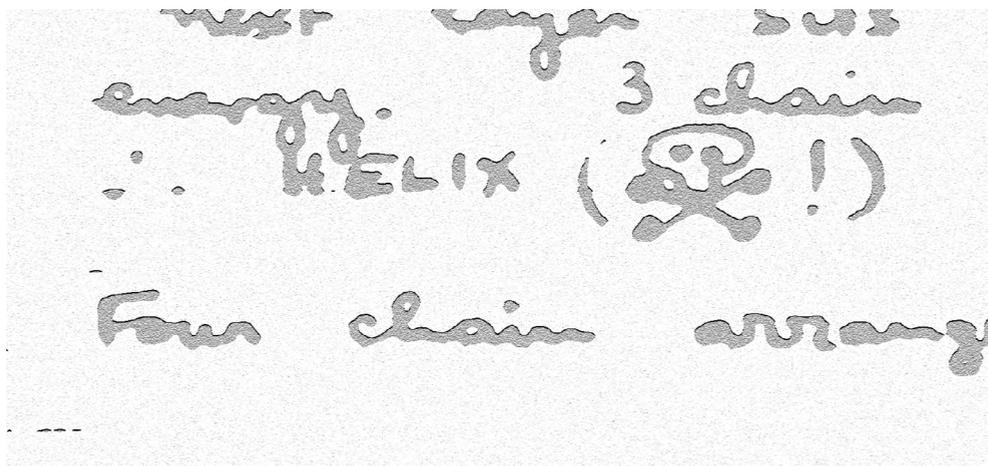
La *República* relata una discusión entre Sócrates y algunos de sus alumnos sobre la naturaleza de la justicia, conduciéndoles al acuerdo de que la justicia debe ser considerada un bien social, y a buscar qué tipo de estructura social sería la idónea para definir la justicia y ponerla en funcionamiento. Sócrates y sus estudiantes acuerdan que para que un estado sea justo debe ser dirigido sabiamente, por lo que una buena parte del diálogo está dedicado a pensar cómo crear líderes sabios.

En sus diálogos, Platón afirma la existencia de tres niveles diferentes de realidad, uno de los cuales vivimos y percibimos a través de los sentidos. El primer nivel de realidad se refiere a las “formas” (*idéai*), que son conceptos o ideales abstractos, perfectos e inmutables, que trascienden el tiempo y el espacio. Para Platón el mundo físico es solo una sombra, o imagen, de la verdadera realidad, que se halla en el reino de las “formas”. La Alegoría de la cueva es una teoría presentada por Platón sobre la percepción humana. Platón afirmó que el conocimiento adquirido a través de los sentidos no es más que una opinión (*dóxa*) y que el conocimiento real (*epístéme*), debemos obtenerlo a través del razonamiento filosófico.

La pandemia nos ha encerrado y condenado a ver pantallas planas, a contemplar sombras en la pared de enfrente, como aquel prisionero encadenado en el fondo de la caverna obligado a ver solo sombras de una realidad que desconoce. Un aluvión de cifras de contagios, fallecimientos y altas que cambian por segundos y de muy dudosa credibilidad en función de quién las cuenta y de dónde proceden. Al cautivo se le permite un ápice de libertad para contemplar la realidad y se encuentra con un mundo disparatado de calles vacías y seres anónimos enmascarados. Me temo que la caverna de hoy haya quedado reducida a *telediarios, twitter, facebook, instagram* y *whatsapp*, y el pueblo se haya dejado encadenar a una realidad que no es la suya y no está dispuesto a averiguar la verdadera, pues prefiere aferrarse a una verdad acomodaticia, por interesada, aunque sea falsa, emanada de unos líderes tan impostores como necios.



Fotografía de difracción de Rayos X del ADN (izquierda) realizada por Rosalind Franklin (Notting Hill, Londres, 25 de julio de 1920 – Londres, 16 de abril de 1958)(centro) y anotaciones en su cuaderno de laboratorio sobre la estructura del ADN (derecha).



## **ADN: ciencia y ética**

Alberto Tárraga Tomás, 2 de mayo de 2020

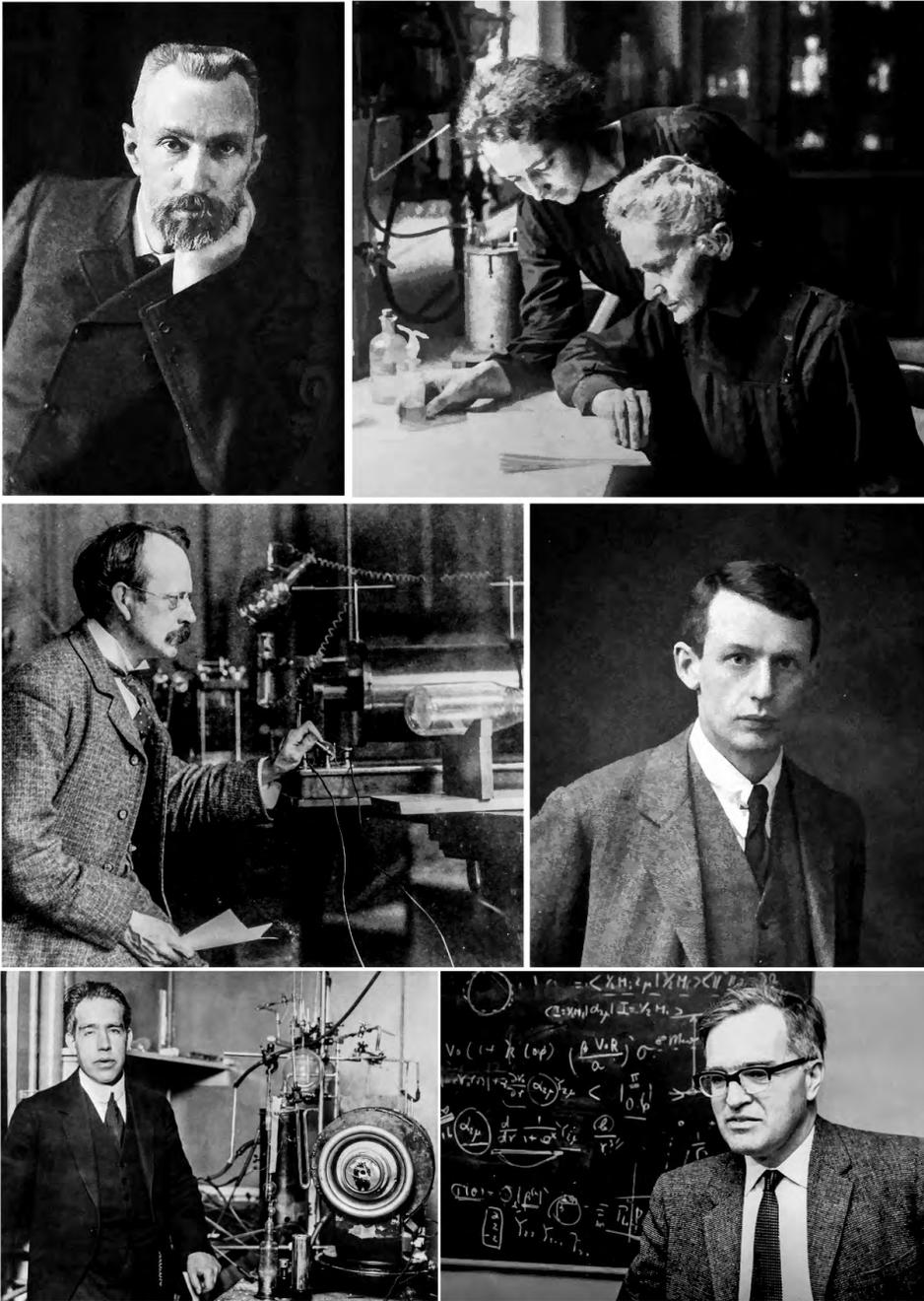
En plena pandemia de COVID-19, el pasado día 25 se celebró el “Día del ADN”, celebración instituida en el año 2003, para conmemorar la publicación en *Nature* del descubrimiento de la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN), llevada a cabo por James D. Watson y Francis Crick, por el que recibieron, junto a Maurice Wilkins, el Premio Nobel de Fisiología y Medicina, en 1962.

Si bien este descubrimiento constituye uno de los hitos científicos más relevantes aportados a la Historia de la Ciencia, no está exento de cierta polémica de carácter ético, en tanto que para la resolución definitiva de esta estructura fueron absolutamente decisivas las imágenes que mostraban de forma inequívoca la estructura helicoidal del ADN, obtenidas previamente mediante difracción de rayos X por Rosalind Franklin, y mostradas por su colega y compañero Wilkins a sus buenos amigos Watson y Crick, sin su permiso y conocimiento previos.

Cierto es que en el artículo publicado en la revista *Nature* por Watson y Crick hacen una referencia a su conocimiento de los resultados experimentales de Wilkins y Rosalind, no publicados en esos momentos, aunque sin hacer referencia explícita a las imágenes de rayos X obtenidas por éstos.

Están documentadas las discusiones de Rosalind con Wilkins, Watson y Crick, tanto en el ámbito científico como en el personal, fiel reflejo del ambiente misógino que se respiraba en el King’s College de la época. Es más, las opiniones vertidas por Watson en su libro “La doble hélice”, publicado en 1968 y cuya lectura recomiendo, son especialmente ofensivas vistas desde la óptica de igualdad de género actual. Por ello, no es de extrañar que ni Watson ni Crick mencionaran a Rosalind Franklin en sus discursos de aceptación del Premio Nobel, aun habiendo fallecido ésta cuatro años antes, a los 37 años.

Sin embargo, y afortunadamente, con el paso del tiempo tanto Watson como Crick reconocieron que los resultados experimentales de Rosalind Franklin fueron determinantes a la hora de establecer su modelo de doble hélice para el ADN. Es más, Watson, en el epílogo del libro anteriormente mencionado termina afirmando que “...tanto Francis como yo aprendimos a valorar enormemente su honradez y generosidad personal y a comprender, con demasiados años de retraso, las luchas a las que una mujer inteligente se enfrenta para ser aceptada en un mundo científico que, muy a menudo, considera a las mujeres distracciones del pensamiento serio”. Rectificar es de sabios.



Premios Nobel en la misma familia. Arriba la familia Curie, Pierre Curie, Marie Skłodowska-Curie y la hija de ambos de pie junto a su madre, Irène Joliot-Curie. Centro: Joseph John Thomson y su hijo, George Paget Thomson. Debajo: Niels Bohr y su hijo, Aage Bohr.



## **Apellidos “nobelescos” I: Física y Química**

Rafael García Molina, 9 de mayo de 2020

No me he equivocado al escribir el adjetivo que aparece en el título de esta columna. He usado una “b”, en lugar de la “v”, para llamar la atención de los lectores (permítaseme esta estrategia publicitaria), ya que el tema de esta columna versa sobre personas de la misma familia que han recibido el Premio Nobel en alguna disciplina científica. Por brevedad no nombraremos a quienes compartieron el Premio Nobel con las personas que mencionaremos a continuación.

Comenzamos por la familia Curie, que es la más laureada, con cinco galardones. Marie Skłodowska-Curie recibió, junto a su marido, Pierre, el Premio Nobel de Física en 1903, y en 1911 el Premio Nobel Química en solitario. Las investigaciones que dieron lugar a ambos premios estaban relacionadas con la radiactividad natural. Irène Joliot-Curie (hija del matrimonio), junto con su marido, Frédéric, fueron galardonados con el Premio Nobel de Química en 1935 por su descubrimiento de la radiactividad artificial. A los premios anteriores, podemos añadir el de la Paz en 1965, que recogió Henry Labouisse, esposo de Ève Curie (segunda hija de Pierre y Marie), en representación de UNICEF, organización de la cual era director.

En 1906 se le otorgó el Premio Nobel de Física a Joseph John Thomson, por sus trabajos sobre la conducción eléctrica en gases, que le llevaron al descubrimiento de la naturaleza corpuscular del electrón. Su hijo, George Paget Thomson, recibió en 1937 el Premio Nobel de Física por demostrar el comportamiento ondulatorio de los electrones.

El Premio Nobel de Física de 1915 fue a las manos de William H. Bragg y W. Lawrence Bragg, padre e hijo, por sus trabajos sobre difracción de rayos X para determinar la estructura cristalina. Este es el único premio otorgado conjuntamente a un padre y a su hijo.

Niels Bohr y su hijo, Aage Bohr, también fueron merecedores del Premio Nobel de Física, pero por separado. El padre lo recibió en 1922, por su trabajo pionero sobre la estructura atómica y la teoría cuántica, mientras que al hijo se le concedió en 1975 por sus investigaciones sobre la estructura interna de los núcleos atómicos.

El Premio Nobel de Física de 1924 recayó en K. Manne G. Siegbahn, por sus investigaciones y descubrimientos en el campo de la espectroscopía de rayos X. En 1981, su hijo, Kai M. B. Siegbahn, recibió el mismo honor por sus contribuciones al desarrollo de la espectroscopia electrónica de alta resolución, profusamente usada hoy en día para realizar análisis químicos.

Llama la atención que padres e hijos fueron galardonados por temáticas que están (en cierta manera) relacionadas entre sí, lo cual parece validar el refrán “De tal palo, tal astilla”.

## **Apellidos “nobelescos” (y II): un poco de todo**

Rafael García Molina, 16 de mayo de 2020

Hay laureados con el Premio Nobel más allá del primer grado familiar y en otras disciplinas, además de la Física y la Química (las más representadas en el panel de distinciones familiares con el prestigioso galardón). En lo que sigue, solo detallaremos los premios de naturaleza científica.

Hans von Euler-Chelpin recibió el Nobel de Química en 1929 por sus estudios sobre el papel de las enzimas en la fermentación de los azúcares; su hijo Ulf von Euler obtuvo en 1970 el Nobel de Fisiología o Medicina por sus hallazgos sobre la transmisión de la información en las terminaciones nerviosas; como anécdota, el padrino de Ulf fue S. A. Arrhenius, premiado con el Nobel de Química en 1903 por su teoría de la disociación electrolítica.

Aunque no compartían apellido, Chandrasekhara V. Raman, premiado en Física en 1930 por su investigación sobre la dispersión de la luz y el efecto que lleva su nombre, era tío paterno de Subrahmanyan Chandrasekhar, quien obtuvo idéntico premio en 1983 por su trabajo sobre los procesos físicos responsables de la estructura y evolución estelar.

El matrimonio formado por Gerty T. y Carl F. Cori compartió el Nobel de Fisiología o Medicina en 1947 por descubrir la catálisis del glucógeno mediante la cual almacenan energía las células de los músculos.

Por la invención del microscopio de contraste de fases, el Nobel de Física en 1953 recayó en Frits Zernike, tío abuelo del Gerardus 't Hooft, quien recibió idéntica distinción en 1999 por sus trabajos sobre la estructura cuántica de la interacción electrodébil.

Arthur Kornberg, Nobel de Fisiología o Medicina en 1959, descubrió los mecanismos de la síntesis biológica del ADN y el ARN; su hijo, Roger D. Kornberg, obtuvo el Nobel de Química en 2006 por sus estudios sobre la transcripción genética en las células eucariotas.

Jan Tinbergen (primer Premio Nobel de Economía en 1969) era hermano de Nikolaas Tinbergen, quien obtuvo en 1973 el Nobel de Fisiología o Medicina por sus investigaciones sobre la conducta animal.

El matrimonio Gunnar y Alva Myrdal obtuvo el Premio Nobel por separado; el marido el de Economía en 1974, y la esposa el de la Paz en 1982. Otro matrimonio, May-Britt y Edvard I. Moser, obtuvo en 2014 el Nobel de Fisiología o Medicina por sus descubrimientos de las células que constituyen un sistema de posicionamiento en el cerebro.

Cerramos con Economía, que ha sido el Nobel más reciente concedido a un matrimonio, Abhijit V. Banerjee y Esther Duflo, en 2019. Y, también, porque acoge a los (denostados) cuñados en este salón de la fama de familiares recompensados con el más alto galardón del mundo académico: Paul Samuelson (1970) y Kenneth Arrow (1972).

## **Math\_TalentUM 2020**

Ángel Ferrández Izquierdo, 23 de mayo de 2020

Con tal acrónimo, la Facultad de Matemáticas y la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Murcia (UMU), con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología-Ministerio de Ciencia e Innovación, el Departamento de Matemáticas de la UMU y la Academia de Ciencias de la Región de Murcia, convocaron el pasado octubre la primera edición de un certamen dirigido a propiciar el acercamiento a las Matemáticas de los estudiantes murcianos y mejorar su educación científica a través del ocio. Tuvimos muy presente que la reciente cuadragésima Conferencia General de la UNESCO, a instancias de la Unión Matemática Internacional, proclamó el 14 de marzo como Día Internacional de las Matemáticas, cuyo lema para 2020 es *Las matemáticas están en todas partes*.

El concurso pretendía que estudiantes de 5º y 6º de Primaria (nivel 1); 1º y 2º de ESO (nivel 2); y 3º y 4º de ESO (nivel 3), tutelados por docentes, presentaran una creación científica, en su sentido amplio, ya sea un relato real o de ficción, una poesía, una obra de teatro, una pintura, una escultura, o cualquier ocurrencia basada en las Matemáticas. Cada idea se recogería en un vídeo que más tarde se debería exponer en público ante un jurado encargado de seleccionar a los mejores para la gran final.

Se inscribieron 73 equipos, contabilizando 307 estudiantes y 24 docentes. El estado de alarma tuvo su impacto y el número de vídeos se redujo a 39: 17 del nivel 1, 15 del nivel 2 y 7 del nivel 3, con 167 estudiantes y 17 docentes. Pasaron 23 a la final: 9 del nivel 1, 7 del nivel 2 y 7 del nivel 3, contando 100 participantes y 17 tutores. La situación de confinamiento impidió la celebración presencial de las pruebas, así que la final, mediante videoconferencia, consistió en una prueba simultánea donde cada grupo aspiraría a resolver el máximo número de ejercicios, adaptados a cada nivel y en una hora, de un total de 30.

Tras una reñidísima competición, los ganadores del nivel 1 fueron los equipos ELIS Fractal Freaks (El Limonar International School Murcia, El Palmar) y Mate Trivial (CEIP San Cristóbal, Cartagena); del nivel 2, los equipos Aureola (Colegio de Fomento Montegudo-Nelva, Murcia) y Las Cat Woman's (Colegio San Buenaventura, Capuchinos, Murcia); y del nivel 3, Los Geométricos (IES Sanje, Alcantarilla) y Los Little Einsteins (Colegio Madre de Dios, Mercedarias, Lorca).

Esta experiencia, pionera en la Región de Murcia, ha resultado muy satisfactoria en todos los niveles. Quiero dar las gracias a las entidades financiadoras, los concursantes, los centros de procedencia, al jurado y, especialmente, a los tutores de los equipos, alma mater del concurso. Math\_TalentUM 2021 ya está en marcha.



Struldbrugs ilustración de Louis Rhead para la novela de Jonathan Swift de 1726 Los viajes de Gulliver. Los Struldbrugs son habitantes del país de Luggnagg que aunque son inmortales y no mueren, continúan envejeciendo.

## ***La extensión de la longevidad***

Mariano Gacto Fernández, 30 de mayo de 2020

Aunque evitar el envejecimiento es un símbolo de nuestra civilización, resulta interesante considerar si la prolongación de la vida humana mucho más allá de los noventa años supone una ventaja real para los individuos o incluso para la especie humana. En muchos casos, la salud, el vigor y la felicidad es posible hasta esa edad, pero resulta dudoso que el placer y la diversión que aún pueda obtenerse de la vida después de más años compense las dificultades y limitaciones de su mantenimiento. La mayoría de los ancianos acepta filosóficamente la muerte y pocos miran el cese de la experiencia con el temor de las personas jóvenes. Metchnikov, un precursor de la Inmunología, dedicó cierta atención a esta cuestión y concluyó que los muy ancianos sin enfermedades específicas, sino meramente envejecidos, manifiestan un deseo de morir tan natural y normal como el de dormir al final de un largo día.

Una sorprendente consideración de las desventajas de la vida eterna se encuentre en la conocida obra “Los viajes de Gulliver” de Jonathan Swift, generalmente considerada como literatura infantil. Sin embargo, merece la pena leer lo que se describe en el libro tercero, capítulo diez, de esa obra. Gulliver visita a los habitantes de Luggnagg con vida inmortal. El repaso de las inconveniencias derivadas de esta propiedad hace que el deseo inicial de una larga vida por parte del protagonista sufra un duro revés.

El cerebro tiene una estructura funcional propia de su época y sus circunstancias y, a medida que el tiempo pasa, resulta más difícil aceptar nuevas ideas fundamentales. Con la edad, persisten sentimientos y afecciones que se han ido fijando a lo largo de la existencia y la mente parece atascada con memorias y conclusiones sobrecargadas por cosas del pasado y valores referidos a otros tiempos.

Una bacteria es pura multiplicación y no muere en el sentido biológico de la muerte humana: se divide mecánicamente, origina clones idénticos y se puede conservar indefinidamente. Pero sus actividades son muy limitadas. Sin embargo, los seres más complejos han ido sacrificando la inmortalidad física a cambio de una existencia con más poder de realización. El hombre, en concreto, como Fausto, parece haber vendido su inmortalidad por vivir con abundancia una experiencia rica que le hace sentirse parte del universo. Noventa o cien años parece suficiente para hacer lo que hay que hacer: hay tiempo para trabajar, para descansar y para marcharse.

## **COVID-19 y trombosis**

Vicente Vicente García, 6 de junio de 2020

En los últimos meses nos hemos visto desbordados por una enfermedad que tiene un alto nivel de contagio y que se manifestó por un síndrome respiratorio agudo grave, expresión de una inusitada reacción inflamatoria causada por el coronavirus 2 (SARS-CoV2). La Organización Mundial de la Salud denominó este cuadro con el acrónimo COVID-19 (COroNaVirusDisease, año 2019). La irrupción abrupta de esa infección y su progresión implacable nos obligó a enfrentarnos de improviso a una nueva enfermedad que desconocíamos y de la que comprobamos rápidamente su alta morbi-mortalidad. Ya en las primeras descripciones de la enfermedad observada en la ciudad de Wuhan (China), se verificó una serie de modificaciones del sistema hemostático que daban lugar a un estado de hipercoagulabilidad, con aparición de eventos trombóticos. Por ello, los protocolos de tratamiento de los pacientes ingresados por la COVID-19 han incluido la prevención de la trombosis con la indicación de heparinas. Uno de los problemas al que nos hemos tenido que enfrentar era saber la incidencia real de la oclusión vascular en esta enfermedad, pues esos datos han sido difíciles de conseguir en un periodo donde era complicado realizar pruebas objetivas diagnósticas de trombosis, como el eco-doppler o el angio-TAC, pues algunos pacientes estaban en situación crítica y tienen una alta capacidad de contagio, lo que limitaba el desplazamiento hospitalario. En el centro universitario de Amsterdam investigaron la incidencia de casos de trombosis objetivamente confirmados en 198 pacientes que requirieron ingreso hospitalario por la COVID-19. En el 20% de los enfermos se comprobó la existencia de trombosis en distintas localizaciones. Curiosamente la tercera parte de esas trombosis fueron asintomáticas y se diagnosticaron por las pruebas de imagen realizadas.

El motivo de la alta incidencia de trombosis en enfermos con la COVID-19 es producto de una auténtica tormenta inflamatoria originada por el virus, siendo el producto final de la interacción de tres sistemas de defensa del organismo, el de coagulación, inflamación e inmunidad innata. Estas interacciones, que fueron denominadas, no hace mucho tiempo, como “inmunotrombosis” o “tromboinflamación”, están siendo estudiadas con mucho detenimiento, pues sin duda frenar el inicio de la tormenta es la mejor medida para prevenir todas las complicaciones, y entre ellas la trombosis. No quisiera finalizar estas letras sin hacer referencia a las preguntas que pueden hacerse muchas personas, ¿si he sufrido la infección y afortunadamente no he tenido que ingresar, tengo riesgo de trombosis? Es una pregunta de plena actualidad y donde la respuesta no está totalmente definida. Hay acuerdo razonable que indica que en los pacientes que no han requerido ingreso hospitalario se debe realizar una valoración individualizada antes de indicar una profilaxis de enfermedad tromboembólica, pues no hay que olvidar que la anticoagulación también tiene sus riesgos.

## ***Transfusión y COVID-19***

Vicente Vicente García, 13 de junio de 2020

Una de las mayores y más importantes responsabilidades en el mundo de la medicina transfusional es poner todos los medios para que la sangre obtenida de los donantes sea segura. Cuando emergen enfermedades por nuevos agentes infecciosos, es necesario verificar que la sangre no es capaz de transmitir la enfermedad. La aparición abrupta de un síndrome respiratorio agudo grave, causado por el coronavirus 2 (SARS-CoV2) que fue bautizado como COVID-19, produjo intranquilidad en el mundo de la medicina transfusional. La cuestión de si se podía contraer la enfermedad por transfusión de sangre se planteó inmediatamente. Afortunadamente fueron surgiendo evidencias que han ayudado a aclarar rápidamente la cuestión.

El hecho de que la enfermedad apareciera meses antes en China aportó información valiosa, pues no se han descrito contagios por transfusión sanguínea. Por otra parte, en epidemias vividas en años previos por otros coronavirus, como el Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave por el virus SARS, y del síndrome respiratorio del Middle East por el virus MERS-CoV, no se observó transmisión de los dos coronavirus por transfusión de sangre. También desde el inicio de la pandemia actual se realizaron determinaciones del SARS-CoV2 en sangre de pacientes que habían sido positivos tras el estudio del virus en muestras obtenidas, como es preceptivo, de mucosas nasal y faríngea. Solamente en casos excepcionales de pacientes muy graves, intubados en UCI, se encontró en alguno de ellos rastro genómico del virus en sangre. En el resto de situaciones clínicas, pese a ser positivos de SARS-CoV2 en las muestras obtenidas en mucosas, no se ha encontrado positividad en sangre.

Un requisito elemental para donar sangre es gozar de un buen estado de salud, y no se deja donar a personas con fiebre, tos o dificultad para respirar, sintomatología frecuente de la COVID-19. El Centro Regional de Hemodonación dictó la estricta recomendación a todos los donantes de sangre que debía notificar inmediatamente, si aparecía sintomatología similar a la indicada en la semana después de la donación. Con ello aplicábamos un estricto principio de precaución para poder retirar los productos sanguíneos y proceder a estudiar al donante. Todo lo indicado hace que aceptemos que la transmisión de la COVID-19 por transfusión de sangre es prácticamente nula, y no ha podido objetivarse en miles de transfusiones efectuadas durante este periodo en todo el mundo.

Mañana, la Organización Mundial de la Salud lo ha declarado como “Día Mundial del Donante de Sangre”, con el lema “La sangre segura salva vidas”. La Columna de la Academia de Ciencias quiere sumarse a esa conmemoración, agradeciendo a los miles de conciudadanos donantes de sangre su iniciativa, pues posibilitan que nuestros hospitales sigan funcionando normalmente, incluso en periodos tan complicados como los que estamos viviendo.

## ***El Universo de Platón***

Ángel Ferrández Izquierdo, 20 de junio de 2020

El mundo de las formas (o ideas) de Platón es el reino del ser inmutable y eterno que contiene los objetos de la comprensión racional mediante argumentos matemáticos para alcanzar una aprehensión segura de la verdad y la realidad. El reino inferior contiene “aquello que está en continua transformación”, pero nunca llega a ser real. Así pues, el mundo visible, del cual hay que dar cuenta, es una imagen cambiante de un modelo eterno. Es un reino, no del ser, sino del devenir. Nunca puede haber una declaración final de la verdad exacta sobre este objeto cambiante.

Ante Sócrates, Timeo se presenta como “el más sabio en Astronomía y el que más ha trabajado para conocer la naturaleza de las cosas, comenzando por la formación del Universo”. Timeo comienza afirmando que el mundo (Universo) ha tenido un comienzo. En efecto, el Universo es visible, tangible y corpóreo y todo lo que tiene estas cualidades es sensible; y todo lo que es percibido por los sentidos requiere una causa, por lo que el mundo debe tener una causa, es decir, un creador (Demiurgo). Para ser visible necesita el fuego y para ser tangible la tierra. De ahí que el creador, cuando comenzó a armar el cuerpo del Universo, se dispuso a hacerlo de fuego y tierra, y para que haya un vínculo entre ambas el Demiurgo colocó el agua y el aire entre el fuego y la tierra. Estos son los cuatro elementos principales.

Cada elemento está formado por moléculas, que son sólidos geométricos regulares, uno por cada elemento. Cada molécula, a su vez, está formada por átomos, que serían triángulos rectángulos. Platón determina que los únicos triángulos rectángulos atómicos son el escaleno de ángulos 30, 60, 90 grados y el isósceles, de ángulos 45, 45, 90. Así, una molécula de fuego es un tetraedro, cuyos átomos son triángulos equiláteros; una de aire es un octaedro; una de agua es un icosaedro; y una de tierra es un cubo.

Platón proclama que el Universo es un ser vivo y único y el Demiurgo lo ha hecho lo más parecido a su modelo. Es esférico, porque esa es la forma más perfecta y hermosa, y le aplicó un movimiento circular sobre sí mismo y en torno a un punto fijo con movimiento uniforme y circular. El Universo no puede ser eterno, como lo es una forma, ya que surge, así que cuando el Demiurgo creó el Universo, también creó el tiempo. Siguiendo a Aristóteles, Platón define el tiempo como el número que mide el cambio con respecto al antes y el después.

## ***Una reflexión en tiempo de pandemia***

Alberto Tárraga Tomás, 27 de junio de 2020

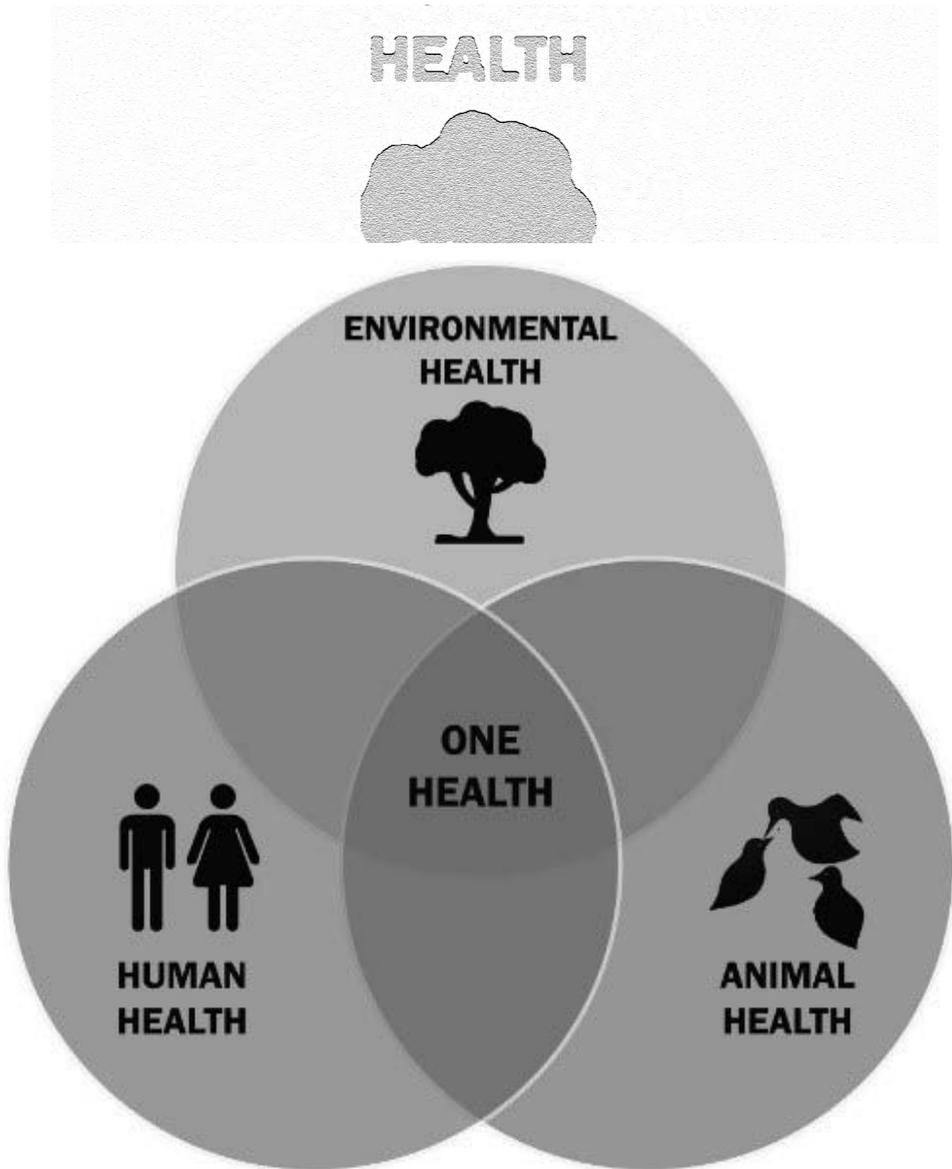
Como consecuencia de la pandemia generada por el COVID-19, hemos visto a nuestros gobernantes referirse a los criterios de los “científicos expertos” (ignotos por el momento) para justificar sus decisiones.

Sin embargo, hablar de científicos, en general, implica hablar de esos grandes olvidados que, de forma discreta, desarrollan su labor investigadora en universidades y centros de investigación que, curiosamente, se mantuvieron cerrados e inactivos durante todo el periodo del “estado de alarma”.

No se había previsto esta situación a la que nos hemos visto abocados. Pero ha sucedido y parece sensato aprovechar este momento — en el que se nos induce a pensar que el beneficio del conocimiento científico sea exclusivamente satisfacer las necesidades derivadas de una pandemia — para hacer reflexionar a la ciudadanía sobre la necesaria consideración que, en todo momento, los gobernantes han de mostrar hacia la ciencia y los científicos.

Se hace necesario transmitir el papel social desarrollado por todos los científicos, en general, que, motivados por la emoción que supone adentrarse en el mundo de la investigación, ponen a trabajar su imaginación para conseguir nuevas soluciones a problemas ya planteados a la humanidad o, simplemente, para desarrollar nuevos conocimientos, incluso sin prever el posible impacto social que su investigación pueda generar. Sin embargo, este tipo de investigación, impulsada simplemente por la curiosidad (investigación básica) en la que no se tenga presente su impacto social — incluso antes de comenzar ésta —, frecuentemente es considerada, por las administraciones y entidades financiadoras, como una importante limitación a la hora de aportar fondos para su desarrollo. Contrasta con esta realidad el hecho de que muchos descubrimientos científicos, de gran trascendencia para la humanidad, se han producido por simple casualidad.

Es evidente que apostar por el progreso en la investigación exige recursos económicos e inversión en instrumentación. Pero esta financiación, siendo muy importante, no conducirá por sí sola a avances significativos si no se apuesta de forma decidida por una estabilización de los jóvenes científicos, con mentes creativas y demostrado talento, y formados sobre la base de un buen sistema educativo en el que, junto al esfuerzo y el trabajo, los conocimientos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas han sido esenciales. Y esta es una de las prioridades que deben abordar los responsables políticos y las autoridades académicas. De momento, cantera, con preparación contrastada a nivel nacional e internacional, hay. El futuro dependerá de las medidas que ahora se adopten.



Conceptualización de One-Health (Una sola salud)

## **One Health, Una Nueva Salud**

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 4 de julio de 2020

Escribía durante la primera semana de febrero en esta sección sobre “One Health” como estrategia frente a la amenaza de un nuevo coronavirus, una familia bien conocida por los profesionales veterinarios, cuyos efectos en China había producido ya numerosos fallecidos y amenazaba con extenderse a otros países como así posteriormente fue. A los 6 coronavirus que habían sido capaces de infectar a humanos (los más recientes SARS-CoV, MERS-CoV) se sumaba uno nuevo, el SARS-CoV-2, un virus extremadamente contagioso entre humanos con efectos devastadores desde un punto de vista sanitario, económico y social, especialmente agravados en España.

El pasado 28 de mayo, la Comisión Europea publicaba (y el parlamento español autorizaba el pasado 30 de junio), la propuesta de regulación para el nuevo programa europeo en salud (Programa EU4Health) para el periodo 2021-2027, construido para reforzar decididamente aquellos aspectos que han fallado durante la pandemia y estar preparados ante futuras amenazas, bajo la premisa que el esfuerzo e inversión en prevención es la principal barrera de protección, con un coste que debemos asumir.

El principal avance del nuevo programa es su integración bajo un enfoque “One Health” que reconoce la interconexión entre la salud humana, la salud animal y, en términos más generales, con el medio ambiente. Una “nueva” salud que debe ser abordada desde un enfoque interdisciplinar y global con participación de médicos, veterinarios, así como otros especialistas sanitarios. El Programa EU4Health reforzará los sistemas de salud de los Estados Miembros, pero también reforzará la seguridad de Europa como un territorio preparado ante nuevas amenazas.

Pero será difícil avanzar en una integración “One Health” sin una apuesta firme por propiciar nuevo conocimiento científico que nos permita comprender esta realidad y que nos dirija hacia una innovación en productos y también en procesos que nos ayuden a encontrar soluciones y protejan la salud, entendida globalmente. Por eso es importante que, desde planes estatales o regionales a actuaciones en universidades y centros de investigación, se propicien programas, proyectos o equipos de investigación multidisciplinares que avancen en conocimiento, instrumentos y estrategias integradas en “One Health”

Y es urgente. Cuando aún nos encontramos inmersos en la pandemia por SARS-Cov-2, nuevas amenazas por zoonosis otean el horizonte. Debemos entender y aceptar que en estos momentos y en cualquier lugar del mundo un nuevo virus puede estar preparándose para ser el responsable de una nueva pandemia. Y tenemos que estar preparados poniendo todo el conocimiento científico a disposición de nuestra seguridad.

“No nos detendremos ante nada para salvar vidas”, dijo Ursula von der Leyen, presidenta de la Comisión Europea el pasado 26 de marzo. Que así sea a partir de ahora, desde la seguridad de que una estrategia “One Health” contribuirá a ello.

## ***Ciencia independiente***

Angel Pérez-Ruzafa, 11 de julio de 2020

En ciencia es saludable y recomendable que haya controversia y discusiones críticas. Sin embargo, últimamente, se habla mucho de científicos independientes. Esto, en contra de lo que pudiera parecer, los deja en mal lugar porque presupone que lo que aportan son opiniones personales, no ciencia. La ciencia no puede ser dependiente o independiente, solo se hace preguntas o se plantea problemas y les busca respuestas aplicando el método científico, haciendo un diseño experimental para la obtención de datos y analizándolos para aceptar o rechazar la hipótesis de partida o encontrar relaciones entre variables que expliquen el funcionamiento de los procesos. De este modo, la ciencia solo puede ser buena o mala y depende únicamente de que el diseño experimental sea correcto y el tratamiento de datos el adecuado. Lógicamente, tanto haciéndola bien, como mal, esto no es posible sin financiación, con lo que la actividad científica, pero no la ciencia en sí o sus respuestas, dependen de ello. Con la precariedad habitual, puede hacerse poca ciencia, pero una vez que se hace, que la tierra gire alrededor del sol o viceversa, no depende de presiones externas. Evidentemente, la ciencia (o los científicos) puede cometer errores, pero esos errores se rebaten o se corrigen con mejor ciencia, rehaciendo el experimento, y aportando nuevos datos. No con opiniones. Ante la afirmación de que “un grupo de científicos es independiente”, se podría realizar un diseño de muestreo en el que se toma ese grupo de científicos que puede subdividirse por centros de investigación, regiones geográficas, género, edad, especialidad o cualquier otra categoría (factor) que consideremos relevante y por otro lado un muestreo al azar entre otros científicos no considerados independientes, que pertenezcan a las mismas categorías. Para analizar su posible independencia habría que ver qué variable utilizan quienes hablan de ciencia independiente, pero se me ocurre que podría servirnos su afiliación a partidos o su actividad política, militancia en grupos de presión social o alguna otra. Como esa es una variable cualitativa, podríamos cuantificarla en base a la antigüedad en dichas afiliaciones. Con este diseño podremos ver si realmente el grupo definido previamente como independiente está realmente diferenciado del resto o si no pueden encontrarse diferencias significativas o, incluso, si la dependencia ideológica del mismo es mayor que en otros casos. Pero, insisto, con esto no estamos valorando su ciencia, sino su dependencia ideológica a la hora de dar opiniones. Para valorar su ciencia hay que ver qué trabajos publican, qué repercusiones tienen los mismos en la comunidad científica internacional, cómo están diseñados sus experimentos de campo y laboratorio y qué datos ponen sobre la mesa. Quizás, quienes hablan de crear comités independientes en temas de ciencia podrían plantearse hacer el experimento.

## **Bohr y Heisenberg, dos actores Nobel**

Ángel Ferrández Izquierdo, 19 de septiembre de 2020

*Dedicada a Andrés Silva (Los Toneles)*

El pasado 19 de octubre de 2019, en el teatro Romea, se estrenó Copenhague, del novelista y dramaturgo británico Michael Frayn. Dirigida por el actor y director de teatro bonaerense Claudio Tolcachir, narra el encuentro entre el eminente científico danés Niels Bohr y su ex alumno Werner Heisenberg, la tarde del martes 16 de septiembre de 1941, en la capital danesa, un año y medio después de la ocupación de Dinamarca por las tropas de Hitler.

La obra, de 1998, se centra en descifrar el motivo y contenido de la visita, es decir, ¿pretendía Heisenberg obtener información de Bohr acerca de la carrera de los aliados en la fabricación de armas nucleares? O quizás ¿pedir asesoramiento sobre cómo manipular el uranio para que el ejército nazi tomara ventaja? Todas las especulaciones se aglutinan en torno a la figura de Heisenberg, quien, a pesar de haber trabajado con Otto Hahn, uno de los descubridores de la fisión nuclear, en el desarrollo de un reactor nuclear, no logró fabricar armas nucleares, ya por falta de recursos ya por un sabotaje deliberado para evitar que el ejército nazi dispusiera de armas atómicas.

Por la defensa de sus colegas físicos y matemáticos de origen judío, Heisenberg, sufrió la represión de las SS, quienes le apodaron “el judío blanco”, y la Gestapo, que llenó su domicilio de micrófonos escucha. Existen ríos de tinta sobre su vida y obra, con tantos defensores como detractores, donde se le tacha de cobardía y de acomodarse a las circunstancias, incluso de su mala física, a pesar de lograr el Nobel de Física de 1932.

Robert Jungk, en su libro *Más brillante que mil soles*, y Thomas Powers, en el suyo *La guerra de Heisenberg: la historia secreta de la bomba alemana*, abonan la tesis de que los físicos nucleares alemanes obedecieron la voz de su conciencia y evitaron la construcción de la bomba atómica. Frayn, apuntándose a esta tesis, logró un gran éxito y ganó el premio Tony para su obra. La familia Bohr no tardó en responder y el 6 de febrero de 2002 publicó los Archivos Niels Bohr.

David Cassidy, biógrafo de Heisenberg y el historiador que más ha estudiado el asunto, concluye que “Lo que Heisenberg aparentemente quería era que Bohr usara su influencia para evitar que los científicos aliados, que seguramente estaban muy por detrás de los alemanes, trabajaran para construir una bomba que pudiera usarse contra Alemania. Heisenberg no es un héroe ni un villano, sino un individuo culto y altamente talentoso que fue desafortunadamente atrapado en las terribles circunstancias de su tiempo para las cuales él, como la mayoría de la gente, no estaba totalmente preparado”.

## ***Einstein tenía razón***

Manuel Hernández Córdoba, 26 de septiembre de 2020

Suelen atribuirse a personajes famosos frases que encierran sabiduría o expresan de forma certera algún pensamiento. Son innumerables estas citas, puestas en boca de políticos, pensadores, artistas y, desde luego, muchos científicos. Entre las diversas frases atribuidas a Albert Einstein (Premio Nobel de Física en 1921) hay una bien conocida: “solo hay dos cosas infinitas, el universo y la estupidez humana, y no estoy muy seguro de la primera”. Expresa bien el científico, si es que la atribución es cierta, la irracionalidad con la que el ser humano se empeña a veces en hacer cosas que la ciencia o simplemente el sentido común le dicen que no debe hacer. Sin necesidad de comentar la situación actual en la que algunos se empeñan en ignorar las reglas más elementales para protegernos del coronavirus, hay muchos ejemplos que así lo demuestran.

Marie y Pierre Curie descubrieron el elemento químico radio en 1898 y Marie recibió por ello el Premio Nobel de Química en 1911. Las propiedades de este nuevo elemento llamaron inmediatamente la atención no sólo de los científicos sino del gran público, interés que se acrecentó cuando pronto se supo que el tratamiento con la radiación que este elemento emitía representaba una herramienta eficaz para combatir algunos tipos de cáncer. Y entonces empezó la locura, pues la inconsciencia o estupidez llevó a una especie de silogismo de dañinas consecuencias: si el elemento puede combatir el cáncer, tiene que ser beneficioso y debemos usarlo en todo lo que podamos. Dicho y hecho. El mercado se llenó de una amplia variedad de productos con radio incorporado. Algunos ejemplos, además del bien conocido caso de las pinturas radioactivas: alimentos radioactivos (pan, barritas de chocolate...), cosméticos y productos de higiene (povos faciales, lápiz de labios, jabón, pasta de dientes...) agua tonificante (y mortífera en las dosis usadas) o medicamentos, incluidos supositorios que aumentaban el vigor sexual. A esta lista no exhaustiva pueden añadirse otros productos o usos aún más sorprendentes como lencería o preservativos con radio incorporado, o su empleo en piensos para gallinas con la pretensión de que los huevos autoincubaran. Estos productos no fueron flor de un día, sino que permanecieron en el mercado durante tiempo. Un auténtico despropósito que da valor a la aseveración del famoso científico. Con independencia de que este Premio Nobel sea o no el autor de la frase (atribución por cierto bastante dudosa), podríamos decir que Einstein, como en casi todo, tenía razón.

## ***La evolución y persistencia de la cultura***

Angel Pérez-Ruzafa, 3 de octubre de 2020

Aunque cotidianamente asociamos la cultura a manifestaciones artísticas, en realidad ésta se define como el “conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico” y el “conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época, grupo social, etc.” La cultura, como conjunto de conocimientos que se traduce en modos de vida y costumbres, tiene sentido adaptativo, favoreciendo la supervivencia de nuestra especie. Las manifestaciones artísticas, como los juegos en los niños, quizás sean formas de afianzar y entrenar nuestras capacidades intelectivas. La cultura actúa como los genes, fijando comportamientos que permiten evitar problemas y reaccionar de forma adecuada si estos nos sorprenden. Como las condiciones ambientales y el hábitat son distintos para cada población, a lo largo de la evolución humana han surgido y coexistido culturas diferentes, cada una adaptada a su entorno. La gran diferencia con la genética mendeliana y la selección natural darwiniana (al margen de la epigenética) es que los “genes” culturales son más flexibles que los cromosómicos y se transmiten de forma lamarquiana (los caracteres adquiridos por una generación pueden transmitirse a la siguiente).

Algunas de las manifestaciones culturales más conspicuas tienen que ver con la sexualidad o la alimentación y se imponen en forma de tabúes fuertemente arraigados. Casi todas las culturas evitan el incesto, reduciendo los riesgos de homocigosis perjudiciales, y restringen la promiscuidad, evitándose la expansión de enfermedades venéreas y el debilitamiento de los vínculos familiares, aunque, dependiendo del grado de aislamiento de la población, puede favorecerse el intercambio con foráneos, ya sea amistoso o forzado, incrementando la diversidad genética y la supervivencia en condiciones cambiantes. Las restricciones (como no comer cerdo) o las preferencias alimentarias (por sabores picantes o amargos) suelen tener que ver con la prevención o defensa ante enfermedades infecciosas y parásitos. Generalmente, la persistencia de esas manifestaciones culturales se refuerza con normas impuestas por líderes espirituales e incluso leyes.

Con el cambio de las condiciones ambientales, muchas manifestaciones culturales pueden perder su sentido adaptativo, surgiendo enfrentamientos generacionales o movimientos que tratan de desacreditarlas, ridiculizarlas y finalmente abolirlas. Nuestra cultura europea se ha caracterizado por fuertes restricciones a las relaciones sexuales y la imposición de periodos de ayuno y abstinencia (como no comer carne durante la cuaresma y los primeros viernes de mes). Los años 1960 supusieron un cambio cultural que relajó sustancialmente las restricciones en ambos aspectos, señalándose la religión como promotora de esa falta de libertad. Resulta interesante comprobar como resurgen leyes que inhiben las relaciones sexuales u obligan a no comer carne (cambiando los lunes por los viernes) de la mano, curiosamente, de ideologías herederas de los movimientos que promovieron su derogación. Parece una prueba de que el valor para la supervivencia de la cultura termina produciendo convergencia adaptativa, reactivando expresiones “génicas” dormidas. Nada nuevo bajo el sol.

## **Sir Roger Penrose, Premio Nobel de Física 2020**

Luis J. Alías Linares, 10 de octubre de 2020

El martes de esta semana la Real Academia de Ciencias Sueca ha hecho pública la concesión del Premio Nobel de Física 2020, que ha recaído por una parte en el matemático británico Roger Penrose, y por otra en el físico alemán Reinhard Genzel y en la física estadounidense Andrea Ghez, por sus descubrimientos sobre uno de los fenómenos más exóticos del universo, los agujeros negros. Un agujero negro es una región del espacio-tiempo en donde la fuerza gravitatoria es tan extremadamente elevada que ninguna partícula material, ni siquiera la luz, puede escapar de ellas. De ahí su nombre.

En concreto, Roger Penrose ha sido galardonado por su descubrimiento de que la teoría de la relatividad general conduce irremediablemente a la formación de agujeros negros, mientras que Reinhard Genzel y Andrea Ghez han sido premiados por su descubrimiento de que un objeto invisible y extremadamente pesado gobierna las órbitas de las estrellas en el centro de nuestra galaxia. Y la única explicación actualmente conocida de dicho objeto es un agujero negro supermasivo.

Sir Roger Penrose, de 89 años de edad, es en la actualidad Profesor Emérito en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Oxford, donde desarrolla su actividad investigadora como miembro del grupo de investigación de Física Matemática. En un artículo publicado en enero de 1965, diez años después de la muerte de Albert Einstein, y utilizando ingeniosos métodos matemáticos, Penrose demostró que los agujeros negros realmente existen y que son una consecuencia inevitable de la teoría de la relatividad general de Einstein, algo que ni el propio Einstein pensaba que pudiera ser cierto. Su rompedor artículo todavía es considerado hoy en día como la contribución más importante a la teoría general de la relatividad desde Einstein. En él, Penrose demostró su famoso teorema de la singularidad e introdujo el concepto de superficie atrapada una noción que ha llegado a ser clave en la relatividad general y en la cosmología.

En marzo de 2008 tuvimos el honor de conocer personalmente a Sir Roger Penrose en la Universidad de Granada, con ocasión de un ciclo de conferencias organizado por la Facultad de Ciencias. A pesar de su reconocida fama y talento, no en vano ostenta la Orden del Mérito del Reino Unido y es Miembro de la *Royal Society* de Londres, el profesor Penrose es una persona extremadamente afable y un gran divulgador científico. Recomendamos desde aquí la lectura de su libro *La nueva mente del emperador*, en donde el científico se torna filósofo y sostiene que existen facetas del pensamiento humano que nunca serán emuladas por un ordenador.

## ***Biodiversidad vegetal escondida en el ADN***

Juan Guerra Montes, 17 de octubre de 2020

El mundo vegetal está constituido, fundamentalmente, por cinco linajes (algas, briófitos, helechos, gimnospermas y angiospermas) que junto a otros grupos de seres vivos como hongos, bacterias y animales resultan en un grado de biodiversidad que supera ampliamente lo que hace sólo un siglo era conocido.

El avance de la ciencia que se ocupa del estudio de los vegetales desde el punto de vista sistemático, taxonómico y evolutivo ha sido espectacular desde finales del siglo pasado. Hasta esas fechas los datos macro- y micromorfológicos y cromosómicos sustentaban las evidencias científicas de los estudios sobre la biodiversidad de las plantas, sin trascender mucho más allá de lo puramente descriptivo.

Desde entonces, una legión de métodos para el estudio de las bases moleculares de la diversidad vegetal se puso a disposición de los botánicos, que a pesar de las peculiaridades de las plantas “como organismos con los mayores tamaños de genomas conocidos” han resultado de enorme éxito en el estudio de los procesos de diferenciación, especiación y evolución en vegetales.

A pesar de las desventajas y algunos intentos fallidos con métodos que se utilizan en animales, el ADN ribosómico nuclear que en vegetales tiene dos espaciadores transcritos internos (ITS) ha sido utilizado de manera masiva, pues se ha dispuesto de varios sets de cebadores universales para PCR, útiles en gran número de grupos de vegetales. Actualmente se ha consensuado que al menos dos genes son necesarios para poder diferenciar, con garantías científicas, una especie vegetal de otra cercana taxonómicamente.

Algunas de estas técnicas de estudio de secuenciación, incluida las de secuenciación masiva de nueva generación (NGS), tienen una gran ventaja, poder trabajar con ADN de “baja calidad”, como el procedente de material vegetal conservado durante muchos años en los herbarios, lo que ha puesto en valor la herencia que alberga las colecciones de historia natural, como son los herbarios de las instituciones científicas de todo el mundo.

Así, los métodos tradicionales de estudio han dado paso a los métodos moleculares que están revolucionando los conocimientos sobre las plantas del planeta.

Esta diversidad escondida en el ADN permite descubrir especies vegetales que habrían permanecido ignoradas, incluso en territorios muy explorados. Recientemente, en zonas del sur de España, botánicos de la Universidad de Murcia han descrito, mediante estas técnicas, numerosas especies de musgos casi indiferenciables morfológicamente de otras cercanas, descubierto la estructura genética de la sabina mora en el Mediterráneo o el origen del ciprés de Cartagená, hitos inimaginables hace 30 años.

## **Matemáticas en el Princesa de Asturias 2020**

Ángel Ferrández Izquierdo, 24 de octubre de 2020

El pasado viernes 16 de octubre tuvo lugar la ceremonia de entrega de los Premios Princesa de Asturias. Por primera vez, en la historia de estos galardones, las Matemáticas tuvieron su día de gloria, personalizadas en Yves Meyer (francés), Ingrid Daubechies (belga y estadounidense), Terence Tao (australiano y estadounidense) y Emmanuel Candès (francés). El jurado destacó que, por diferentes caminos, pero en perfecta confluencia, todos ellos han realizado contribuciones pioneras y trascendentales a las teorías y técnicas modernas del procesamiento matemático de datos y señales. Estas son base y soporte de la era digital –al permitir comprimir archivos gráficos sin apenas pérdida de resolución–, de la imagen y el diagnóstico médicos–, al permitir reconstruir imágenes precisas a partir de un reducido número de datos– y de la ingeniería y la investigación científica –al eliminar interferencias y ruido de fondo.

Daubechies y Meyer son expertos en ondículas, es decir, en la descomposición de una onda, producida por una señal, en trozos más pequeños que no se repiten. Esa técnica permite mejorar la compresión, tratamiento y transporte de imágenes. Es impresionante saber que hemos podido “oír” las ondas gravitacionales gracias a esta tecnología. Por otra parte, sabemos que un ligero movimiento o escasez de iluminación marcan la diferencia entre una mala o buena foto. De la misma manera, la captación de una onda sonora suele ir acompañada de ruidos. La experiencia matemática de Candès y Tao se sumó a los logros de Daubechies y Meyer para pasar de imágenes borrosas a nítidas y de sonidos ruidosos a limpios.

Parfraseando a Ingrid Daubechies, “Las matemáticas son útiles y hermosas. Además, son divertidas, pues uno resuelve problemas con el puro poder del pensamiento. ¡Cuán genial es eso! Las matemáticas son mucho más que fórmulas y teoremas, pues con ellas se trata de comprender el mundo, comprender y entender cómo hay similitudes entre cosas que podrían no parecer similares al principio. Espero que este premio inspire a muchos jóvenes a ver la diversión, la alegría, la belleza, la emoción que hay en las matemáticas y a estudiar matemáticas mientras construyen su propia vida.”

El maestro Luis Santaló, en 1982, ya advertía: “Cuando se habla de los recursos de un país hay uno, por lo general escaso, que no es costumbre mencionar: los talentos matemáticos. Todo niño capta lo esencial de nuestra ciencia, pero solo algunos, naturalmente dotados, llegarán a destacarse o intentar una labor creativa. Desconocer el lenguaje a que aspiran las ciencias y usan las técnicas es encerrarse en una manera de analfabetismo que un país civilizado no puede tolerar. Aquí el precio de la incuria es la dependencia, la pérdida de la soberanía.”

## **La importancia y el reconocimiento de la investigación básica**

Alfonsa García Ayala, 31 de octubre de 2020

En mi primera columna como Académica de Número de la Academia de Ciencias de la Región de Murcia quiero reivindicar la necesidad del reconocimiento científico y social de la investigación básica.

Hace unas semanas conocimos que el premio Nobel de Química 2020 ha sido entregado a dos investigadoras, las doctoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna, por el desarrollo de un método para la edición del genoma basado en la técnica CRISPR/Cas, que permite cortar el ADN en una posición concreta. Esta nueva metodología abre nuevos horizontes en la curación de numerosas enfermedades, principalmente las que tienen un componente genético.

Era cuestión de tiempo que la tecnología CRISPR/Cas fuese galardonada con el Premio Nobel, la duda era si se favorecería la investigación básica (su descubrimiento) o el desarrollo de esta tecnología (su aplicación). En numerosas ocasiones hemos oído decir a Margarita Salas Falgueras que la ciencia si es buena, antes o después será aplicada, y la tecnología CRISPR/Cas es un claro ejemplo de ello. Como científicos que valoramos la investigación básica como el motor esencial de la generación del conocimiento, nos ha faltado que en ese galardón se hubiese incluido al español Francisco Juan Martínez Mojica, Profesor de la Universidad de Alicante, y pionero en la caracterización de los sistemas CRISPR/Cas. Como murcianos nos habríamos alegrado enormemente ya que el profesor Martínez Mojica estudió sus primeros años de la Licenciatura en Ciencias Biológicas en la Universidad de Murcia y es uno de los Doctores Honoris Causa de esta Universidad (el acto de investidura tuvo lugar el 13 de noviembre de 2019).

Martínez Mojica ha recibido numerosos premios por sus investigaciones. Destacaremos el *Albany Medical Center Prize* en 2017. Se trata del premio más prestigioso en Estados Unidos en medicina e investigación médica y que fue compartido con otros cuatro investigadores destacados por su investigación en los sistemas CRISPR/Cas. Dos de esos galardonados fueron las recientes ganadoras del premio Nobel, las dras. Charpentier y Doudna. Curiosamente, el Premio Princesa de Asturias de 2015 en Investigación Científica y Técnica fue entregado a estas dos investigadoras y no incluyó tampoco al Dr. Martínez Mojica. Tal vez esta fue la premonición de lo ahora ocurrido.

Necesitamos hacer investigación básica de calidad y necesitamos que sea financiada y reconocida. Desde ahora, tratar de convencerles de estas necesidades va a ser una de mis ocupaciones desde la Academia.

## **M. Torres, Académico de Honor, in memoriam**

Ángel Ferrández Izquierdo, 7 de noviembre de 2020

Anteayer La Verdad nos sorprendía con la luctuosa noticia del fallecimiento de Manuel Torres Martínez, empresario murciano modélico, fundador y presidente del grupo MTorres. El menor de seis hermanos, nació el 6 de julio de 1938 en Aljucer y cuando apenas tenía dos años falleció su padre, pero su madre y tres hermanas se encargaron de que creciera en un ambiente de libertad y contacto con la naturaleza, circunstancia que le marcó positivamente en su desarrollo como persona.

Poco aficionado al estudio, tuvo que hacerlo para aprender rápidamente una profesión con la que ganarse la vida y aportar unos duros a una familia de escasos recursos. Así que se alistó en la escuela de Formación Profesional de Murcia, hoy Miguel de Cervantes, para aprender el oficio de fresador. Fue un estudiante algo rebelde, pues aunque el curso constaba de ocho asignaturas, sólo estudió las tres que le gustaban y que, además, le serían útiles de forma inmediata. Como quería ser fresador en un año, y no en cuatro, como establecían los planes de estudio, compró todos los libros que sobre las tecnologías de la fresadora pudo encontrar. Y en un año logró un doble contrato: “fresador oficial de primera y maestro del hijo del taller donde hacía las prácticas”.

A los 23 años se trasladó a Pamplona para ocupar el puesto de Jefe de Mantenimiento de “Papelería Navarra S. A.”, en Pamplona, donde aprendió el mantenimiento correctivo, donde surgió su creatividad orientada a la mejora de lo existente. Pronto propuso a la empresa un proyecto de mejora del proceso productivo, que financió con sus propios ahorros, pero reservándose la explotación y comercialización del producto. El éxito del proyecto lo convirtió en empresario industrial al disponer de un producto probado y con una gran demanda internacional. Transcurridos tres años desde la ejecución del prototipo, tenía máquinas instaladas en los cinco continentes con excelentes resultados económicos.

El Sr. Torres confesaba que nunca tuvo vocación empresarial, pero se decidió a ello por la necesidad de desarrollar los dos valores que siempre ha considerado esenciales: creatividad y libertad. Las soluciones y productos de MTorres, con casi 200 patentes, cuenta con más de 700 clientes en 70 países.

En reconocimiento de toda una vida de creatividad y éxito empresarial, la Academia de Ciencias lo recibió como su primer Académico de Honor y entonces nos dejó un mensaje nítido: “La investigación básica muestra las cosas tal y como son. Los científicos tienen la función de descifrar los secretos de la vida y divulgarlos, para que los empresarios encuentren su aplicación práctica y útil a la sociedad”.

La Academia desea mostrar su apoyo a su esposa, hijos, nietos, familiares y amigos en tan duros momentos. Descanse en paz.

## ***Pandemonio de pandemias***

Mariano Gacto Fernández, 14 de noviembre de 2020

Parece irónico que las entidades biológicas más pequeñas y sencillas, los virus y las bacterias, pongan en continuo riesgo a la figura más compleja de la evolución, que es la especie humana. La pandemia de coronavirus que nos asola es un claro ejemplo de ello. Como otras epidemias globales del pasado, esta situación puede convertir la vida humana en un verdadero pandemonio. El hombre siempre ha estado bajo la letal influencia de patógenos invisibles cuya acción ha modelado muchos episodios de la trayectoria humana. De hecho, el reconocimiento de su existencia como causa de enfermedad y su posterior control por quimioterapia o vacunación representa una de las aportaciones científicas más determinantes del aumento de la vida media del hombre. La relevancia de lo pequeño parece implícita en lo expresado por conocidos personajes tan dispares como Pasteur (“...los microbios tendrán la última palabra”) o el escritor Saint-Exupery (“...lo más importante es invisible”).

La primera pandemia con referencias escritas fue la llamada peste de Justiniano del año 541. Esta plaga supuso el debilitamiento del Imperio Bizantino y marcó tanto el ocaso de la Antigüedad como el advenimiento de la Edad Media. La misma peste despertó ocho siglos más tarde y asoló Europa a mediados del siglo XIV bajo la forma de “peste negra”, que redujo la población europea a la mitad contribuyendo así al fin del sistema feudal. Fue por entonces cuando Boccaccio escapó de la desolación y la muerte retirándose a una villa alejada de Florencia con diez jóvenes para escribir El Decamerón. Otro brote de peste en el siglo XVII obligó asimismo a Newton a abandonar Londres, y durante su retiro en Lincolnshire (tal vez bajo un árbol) intuyó la famosa ley de la gravedad que enunciaría en sus Principios Matemáticos de la Filosofía Natural.

La viruela, hoy erradicada, se paseó durante siglos por Europa desfigurando a millones de personas y se expandió masivamente por el Nuevo Mundo, mientras el sarampión acabó también con millones de afectados antes de la administración generalizada de la vacuna. En el siglo pasado, la eclosión de la gripe de 1918 en plena primera Guerra Mundial, y de la gripe asiática en 1957, así como la más reciente pandemia del SIDA, son otros ejemplos singulares que jalonan el continuo acecho de los microbios patógenos al hombre. Queda la esperanza de que los repetidos aislamientos en la actual pandemia generen creaciones como las de Boccaccio o Newton.

## ***Euclides, el padre de la Geometría***

Luis J. Alías Linares, 21 de noviembre de 2020

Es bien conocido que el libro más publicado y divulgado a lo largo de la historia en el mundo occidental es la *Biblia*. Sin embargo, pocos sospechan que el segundo libro en este ranking es un libro de Matemáticas, escrito hace más de 2.000 años. Se titula los *Elementos* y fue escrito en torno al año 300 a.C. por Euclides, un matemático y geómetra griego que vivió en la ciudad de Alejandría, en Egipto, y reconocido como el *padre de la Geometría*.

Ciertamente, se sabe mucho más sobre la obra que sobre el autor, y hay hasta quien piensa que ni siquiera existió y que su obra fue escrita por un grupo de matemáticos que tomaron el nombre de Euclides del personaje histórico Euclides de Mégara, un filósofo griego discípulo de Sócrates que vivió unos 100 años antes. No obstante, lo más probable es que Euclides viviera en Alejandría y que, como líder de un equipo formado por otros matemáticos, hubiera contribuido a compilar los trece volúmenes que componen los *Elementos* y que constituye un gran compendio de todo el conocimiento matemático de la época, que puede ser visto como una especie de enciclopedia de la avanzada Matemática griega.

En los *Elementos*, los resultados matemáticos están presentados de una manera revolucionaria, de modo que cada uno de ellos está basado en otros resultados mucho más sencillos, dando lugar a largas cadenas de argumentos lógicos extremadamente convincentes. Dicha técnica, llamada el método axiomático, fue ya descrita por Aristóteles como una de las maneras de construir una teoría científica. Euclides adaptó los conocimientos matemáticos de la época a esa forma de presentación, haciendo surgir un edificio conceptual que ya sirve desde hace milenios como ejemplo de la Ciencia bien hecha. Esa fue una de las razones del éxito de su obra, ya que hasta la fecha nadie había visto el método axiomático en acción de una forma tan sistemática. Haciendo uso del método axiomático, Euclides fue capaz de presentar teoremas sofisticados y basar sus demostraciones en cadenas de resultados cada vez más sencillos con origen en unos pocos resultados suficientemente obvios que se toman como verdaderos sin discusión alguna, los llamados axiomas o postulados, que Euclides consiguió reducir únicamente a cinco.

Entre estos teoremas encontramos muchos de los que hoy se aprenden en la escuela, como el famoso teorema de Pitágoras, que afirma que en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos, y el no menos famoso resultado que establece que la suma de los ángulos interiores de cualquier triángulo es siempre 180 grados. Nunca es tarde para refrescar un poco la memoria.

## ***Día Internacional del Suelo***

Carlos García Izquierdo, 28 de noviembre de 2020

La FAO declaró el 2015, “Año Internacional del Suelo”; y cada 5 de diciembre, “Día Internacional del Suelo”. El suelo ha sido el eterno “olvidado” de entre los recursos naturales; pero parece que ha llegado el momento de otorgarle la importancia que merece, debido fundamentalmente a que dicho suelo es un ente vivo. Una definición de “suelo” fue propuesta por la agencia Europea del Medio Ambiente: “sistema natural, organizado e independiente, cuya formación se debe a la acción conjunta del clima, los organismos, la vegetación, el relieve y el tiempo sobre la roca madre, y que constituye una matriz de componentes orgánicos y minerales que engloba una red porosa por donde circulan líquidos y gases, albergando numerosas poblaciones de organismos vivos en situación de equilibrio dinámico”. La concepción del suelo como un sistema inerte ya no existe; se considera un recurso natural vivo e indispensable para la vida en la Tierra; sin embargo, esta concepción vitalista aún no ha calado en nuestra sociedad. Es necesario dejar claro este concepto, no sólo a un nivel académico o investigador, sino también a nivel social, puesto que sólo así podremos crear una conciencia global para proteger un recurso natural no renovable tan importante como el suelo, y del que depende la vida de más de 7000 millones de personas.

El suelo necesita unas mínimas condiciones para poder llevar a cabo funciones indispensables para su mantenimiento, su conservación, y su biodiversidad; incide sobre los flujos de agua, la producción de alimentos, y en general, sobre el mantenimiento de la calidad ambiental local, regional y global. El suelo es clave para producir servicios ecosistémicos, como su capacidad para ser sumidero del C procedente del CO<sub>2</sub> fijado por la vegetación, y mitigar así el cambio climático; es además la base para la agricultura y el sustrato de los ecosistemas naturales en todo el planeta; de nuevo, se pone de manifiesto su importancia porque es clave para la vida y para el medio natural.

El reto para poder conseguir una vida sostenible con el suelo como núcleo, requiere de una nueva visión amplia y aproximaciones holísticas para el manejo de ecosistemas. La Unión europea es consciente de ello, y pone en marcha programas de investigación centrados en el suelo; un ejemplo es la Misión “Salud del Suelo y el Alimento”, cuyo lema es: “Cuidar los suelos es cuidar la vida”.

## ***Ganas de saber***

Manuel Hernández Córdoba, 5 de diciembre de 2020

El progreso en el conocimiento científico y técnico tiene como motor principal la curiosidad humana movida por la inteligencia y por el imprescindible combustible de los recursos materiales. La Historia proporciona curiosos ejemplos ilustrativos a este respecto.

Henry Cavendish (1731-1810) fue un gran científico que hizo aportaciones muy relevantes e incluso sorprendentes si se tienen en cuenta los conocimientos y medios técnicos disponibles en su época. Entre ellas, el descubrimiento de la composición química del agua o el cálculo de la densidad de nuestro planeta. Cavendish era persona muy singular, excéntrica hasta el extremo, y se afirma que incluso anunció su propia muerte con escasa antelación. No tenía problemas económicos pues heredó una enorme fortuna, lo que le permitió dedicarse a su gran pasión: el estudio de la Ciencia. En una conferencia impartida en 1776 en la Royal Society of Chemistry afirmó que había calculado la resistencia eléctrica de un buen número de líquidos. Lo sorprendente del asunto es que, además de que sus valores eran correctos con buena aproximación, todavía no se había descubierto ni siquiera la pila eléctrica. Cavendish hizo todos los experimentos sufriendo en su propio cuerpo fuertes descargas de electricidad estática. Los experimentos tenían que ser molestos, pues todos sabemos lo desagradable que resulta recibir una descarga de este tipo al tocar una superficie cargada. Pues bien, Cavendish cargaba al máximo posible un dispositivo y lo descargaba a través de su cuerpo cerrando con una mano el circuito que contenía el líquido a ensayar, volvía a cargarlo cambiando el líquido y lo descargaba con la otra mano, juzgando qué descarga era más intensa como forma de ajustar los valores relativos de resistencia eléctrica. Hay que observar que la descarga tenía que ser bastante fuerte ya que ese mismo dispositivo se empleaba por charlatanes en ferias y mercados para fulminar pequeños animales. No parece que esto afectase a Cavendish, que vivió 78 años. Como se ha dicho, era rico, muy rico por cuestiones familiares, esto es, cumplía un requisito para la investigación: disponer de medios materiales para emplear la técnica disponible en su época. Hoy en día, por fortuna, no se requieren heroicidades de este tipo y la tarea de investigación es más sosegada. Pero hay que observar que los avances que este científico consiguió tenían su origen en una importante condición, necesaria para el progreso del conocimiento y más allá de las disponibilidades materiales. Disponía del motor mencionado. Cavendish tenía ganas de saber.

## ***Bienes y servicios de los ecosistemas***

Angel Pérez-Ruzafa, 12 de diciembre de 2020

La utilización de recursos es inherente a la vida. Desde la bacteria más simple al ecosistema más complejo, toman materiales y energía del entorno para construirse y mantenerse. Pero la especie humana tiene una capacidad muy superior a la de cualquier otra para sobreexplotar dicho entorno y degradarlo.

Ello implica agotar aquellos recursos que no pueden renovarse al ritmo del consumo, pero también el deterioro de los ecosistemas, reduciendo su estructura y su complejidad, más allá de su capacidad de reorganización. Esto hace que el problema sea mucho más grave de lo que parecería, en nuestra confianza de encontrar siempre recursos alternativos o explotar áreas cada vez más lejanas, porque los ecosistemas, aparte de suministrarnos materiales o energía, realizan un sinnúmero de tareas que nos son necesarias e imprescindibles.

Por eso, desde hace unos años se habla de los bienes, servicios y beneficios que los ecosistemas nos prestan. Como con todo concepto nuevo, a veces es difícil definir estos términos y diferenciarlos.

Los bienes son el capital del ecosistema, es decir, los componentes y características bióticas (las especies con sus genes que constituyen la biodiversidad) y abióticas (el hábitat y sus componentes físicos y químicos) que lo conforman. Pero los ecosistemas son más que un inventario de bienes a proteger. Sus componentes interactúan dando lugar a procesos dinámicos, las relaciones entre los organismos y el medio ambiente, la dinámica de las poblaciones y los ciclos biogeoquímicos. De esta interacción emergen propiedades, muchas imposibles de predecir simplemente inventariando los componentes. Los resultados de esos procesos favorecen directa o indirectamente la calidad de vida, la salud o los usos y actividades humanas. Es lo que llamamos servicios ecosistémicos. Éstos incluyen recursos explotables (servicios de provisión, como la producción de biomasa) pero también otros que implican la regulación de nuestras condiciones de vida (como reducir el CO<sub>2</sub>, aportar oxígeno, moderar la temperatura, retirar o retener tóxicos, reducir la erosión, mantener el agua del Mar Menor transparente, controlar plagas y pandemias, favorecer la polinización o tan intangibles como aportar estabilidad y resiliencia), pero además hay otros que satisfacen necesidades culturales que redundan en nuestro bienestar anímico y espiritual, como disfrutar del paisaje o aprender soluciones basadas en la naturaleza.

Otra cosa es si somos capaces de valorar estos beneficios. Los de provisión suelen tener precios de mercado, pero ¿cómo cuantificamos el bienestar, la libertad, la salud o la estabilidad? Quizás solo lo hacemos cuando los perdemos y queremos recuperarlos.

## **Más espacio y menos tiempo**

Rafael García Molina, 19 de diciembre de 2020

La longitud y el tiempo son dos magnitudes fundamentales en física (junto con la masa, la carga o la temperatura, entre otras), a partir de las cuales se expresan las magnitudes derivadas, tales como el volumen (longitud al cubo), la densidad (masa dividida por longitud al cubo) o la velocidad (longitud dividida por tiempo). El espacio (que viene a ser un sinónimo de longitud) y el tiempo, posiblemente sean las variables más empleadas en el tratamiento matemático de los fenómenos físicos. Se usan con profusión para determinar dónde (el espacio) y cuándo (el tiempo) sucede algún proceso físico. También se emplea el espacio para medir la distancia entre dos puntos, y el tiempo para conocer la duración de un suceso.

En física abundan los ejemplos de fenómenos cuya dependencia con el espacio y con el tiempo ponen de manifiesto que cuanto más alejado se esté de la causa, menos se notará su efecto. El caso paradigmático es la ley de la gravitación universal, donde la fuerza gravitatoria ejercida en un lugar por un objeto masivo disminuye como la inversa del cuadrado de la distancia entre ese lugar y el objeto masivo. Esto quiere decir que, si en un lugar se nota un efecto determinado, al alejarnos el doble, se reducirá a la cuarta parte dicho efecto. Y si la distancia de alejamiento es diez veces la original, el efecto habrá disminuido hasta la centésima parte.

La temperatura que alcanza un cuerpo a causa de un foco de calor (el Sol o una hoguera, por ejemplo) es otro ejemplo en que el resultado disminuye al alejarse de la causa. La denominada ecuación del calor se emplea para describir matemáticamente la temperatura de un cuerpo en función de su distancia al foco de calor y, también, del tiempo que el cuerpo está expuesto al calor, ya que, en este caso, la duración de la exposición desempeña un importante papel. Los resultados que se obtienen confirman la disminución del efecto (aumento de temperatura del cuerpo expuesto) cuanto mayor es la distancia de separación (lo que ya se había mencionado para la interacción gravitatoria, aunque ahora la dependencia funcional con la distancia será diferente) y menor es el tiempo de exposición. Los efectos del sonido sobre la audición constituyen otro ejemplo familiar en que más distancia y menos tiempo de exposición conllevan menos lesiones en el individuo expuesto al sonido.

Tras esta muestra de situaciones en que las consecuencias de aumentar la separación respecto de la causa y reducir el tiempo de exposición conducen a una disminución de los efectos, espero que estas Navidades todos seamos conscientes de que más espacio y menos tiempo entre familiares y amistades implican mayor seguridad sanitaria y, por tanto, más esperanzas para superar con éxito esta pandemia.

## **Creando cantera**

Alberto Tárraga Tomás, 9 de enero de 2021

La promoción de la ciencia y el conocimiento constituye la base para el incremento de las vocaciones científicas en los más jóvenes. Los científicos no surgen de la nada, sino del aprendizaje desde las edades más tempranas, por lo que es de agradecer que las instituciones públicas impulsen la investigación entre los estudiantes más jóvenes, objetivo que persigue la Academia de Ciencias de la Región (ACCRM) apoyando iniciativas como MasterChem” y Math\_TalentUM, el congreso IDIES, desarrollado en Institutos de Enseñanza Secundaria, o Ciencia en Acción, con resultados ciertamente sorprendentes que, muchas veces, trascienden de nuestra Región, aunque sin la repercusión que deberían tener.

El pasado mes de diciembre se falló el XXXII Certamen Nacional de Jóvenes Investigadores, convocado por la Secretaría General de Universidades y el Instituto de la Juventud, que concedió uno de los seis primeros premios convocados al trabajo: “Portmán, un problema de peso. El paradigma de la contaminación del suelo”, presentado por Jorge Parra, estudiante del IES “Alcántara”, de Alcantarilla, y coordinado por el profesor, José María Olmos. A este premio se le sumó el otorgado por la Real Sociedad Española de Química, dotado con una aportación económica adicional y una estancia de perfeccionamiento en un grupo de investigación relacionado con el área del trabajo.

Hay que resaltar que este Certamen, como los promovidos en el ámbito regional, tiene como objetivo fundamental la búsqueda de vocaciones científicas entre los estudiantes de toda España que se encuentren cursando estudios previos a la etapa universitaria, y en áreas de conocimiento de Ciencias de la Tierra y de la Vida; Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas; Ciencias Sociales y Jurídicas; Tecnologías e Ingenierías; y Artes y Humanidades.

Sin duda, estas iniciativas fomentan el interés por la ciencia, crean afición y vocación, y desarrollan una auténtica cantera de talento científico, tan necesario en la sociedad del conocimiento, en plena cuarta revolución.

Uno de los objetivos prioritarios de la ACCRM, reside en el desarrollo de actividades orientadas a atraer el interés de los jóvenes hacia la investigación, impulsando concursos, reuniones y congresos de jóvenes científicos. Por consiguiente, como miembro de esta Academia quiero subrayar la importancia de los premios otorgados a Jorge y José María en este Certamen nacional, y celebro la inquietud mostrada por un nutrido grupo de profesores de IES que, incluso sin el merecido reconocimiento de las autoridades educativas, trabajan en la promoción de las vocaciones científicas entre los jóvenes murcianos. Enhorabuena y a seguir creando cantera.

## **Feliz año 43x47 (Parte I)**

Antonio Córdoba Barba, 16 de enero de 2021

La llegada del nuevo año y el final del denostado 2020 han sido muy anormales. Lo que quizás haya pasado inadvertido para la mayoría es que 2021 tiene una interesante factorización en primos, que lo hace ser un número singular: el más difícil de factorizar entre todos sus predecesores, y habrá que esperar a 2279 para encontrar otro año con dificultad parecida. No es una mera observación pintoresca, producto de una mente aficionada a las elucubraciones aritméticas, sino que se trata de un fenómeno algo más profundo que está íntimamente conectado con la seguridad de nuestro correo electrónico.

La sucesión de los números primos (2, 3, 5, 7, 11, ...) ha fascinado a la humanidad desde hace muchos siglos. Los clásicos griegos ya supieron que hay infinitos de ellos (la sucesión nunca se acaba) y que todo número entero distinto del cero y de la unidad se descompone de manera única, salvo el orden de los factores, en un producto de tales primos. Posteriormente Eratóstenes, un sabio del período alejandrino, ideó un procedimiento eficiente para hallarlos. Se basa en el hecho de que todo número mayor que 1 o es primo, ya es divisible por un primo menor que su raíz cuadrada. El método, llamado criba de Eratóstenes, es muy fácil de implementar: directamente a mano, si se trata de números no muy grandes como son los menores que 2021, o con ayuda de un sencillo programa de ordenador si, por ejemplo, quisiéramos una lista de los primos menores que un millón. De manera que si buscamos en Internet esas listas veremos que entre 1 y 2021 hay exactamente 306 primos. No obstante, siguiendo a Eratóstenes, para encontrar la factorización de 2021 basta con que nos centremos en los que son menores que la raíz cuadrada de 2021 que es 44.95..., un número muy próximo a 43 y 47 que son los dos factores primos que 2021 posee. Por cierto, Eratóstenes fue también el primero en realizar un cálculo muy válido del tamaño (radio) de una Tierra esférica.

Si en posesión de esa lista queremos factorizar un número, el aciago 2020 por ejemplo, enseguida vemos que es divisible por 2 y que el cociente 1010 lo es también por 2 y por 5, quedándonos 101 que ya es primo, y esto se hace en un periquete. Dado un entero, la estrategia más lógica sugiere empezar por 2, y luego ir siguiendo con los sucesivos 3, 5, ... hasta completar la factorización. Pero cada una de esos pasos conlleva un tiempo de ordenador y entonces queda claro que 2021 necesita más divisiones que cualquier otro número que le precede o que le sigue hasta llegar a  $43 \times 47 = 2021$  que es el primero con iguales exigencias. Los números que son producto de dos primos distintos reciben el nombre de casi-primos y, si sus dos factores son muy parecidos, como ocurre con los de 2021, tenemos un número que es de lo más difícil de factorizar entre los de tamaño comparable.



## **Feliz año 43x47 (Parte II)**

Antonio Córdoba Barba, 23 de enero de 2021

Conocer la distribución de los números primos en la sucesión de los enteros ha sido un objeto del deseo de los matemáticos a lo largo de los siglos. Un hito fue la demostración de Jacques Hadamard, a finales del XIX, de la conjetura formulada más de cincuenta años antes por el gran Gauss: el número de primos entre 1 y  $x$  está muy bien aproximado, cuando  $x$  es grande, por el cociente " $x/\ln(x)$ ", donde  $\ln(x)$  designa al logaritmo neperiano de  $x$ , que, para entendernos, podemos estimar el orden de magnitud de su tamaño por el número de cifras de  $x$ . La demostración de este "teorema de los números primos" es una auténtica joya del pensamiento humano que no procede tratar ahora, pero sí podemos glosar algunas de sus consecuencias.

Supongamos que quisiéramos factorizar un casi-primo de doscientas cifras. Siguiendo a Eratóstenes tenemos que buscar un divisor primo menor que su raíz cuadrada, que es un número de unas 100 cifras. El teorema de los números primos nos dice que, aproximadamente, hay que buscar entre "10 elevado a 100" dividido por " $100 \times \ln(10)$ ", y un cálculo elemental nos da un número de más de 97 cifras. Por tanto, si queremos acertar con una probabilidad superior a una billonésima, necesitaremos en promedio más de "10 elevado a 85" divisiones, por lo que si cada división le lleva a nuestro ordenador (y esto es un decir) más de una billonésima de segundo, necesitaríamos un total de "10 elevado a 73 segundos", que es una inmensidad de billones de años. Se trata, no obstante, de un cálculo aproximado que no debemos tomar demasiado al pie de la letra, pero que nos da una buena estimación de la dificultad de llevar a cabo esa factorización, incluso con la ayuda de los más potentes computadores.

Ocurre que los modernos sistemas de cifrado en clave pública, usados cotidianamente en nuestro correo electrónico (dirección electrónica, contraseña), están basados en la obtención de conjuntos grandes de casi-primos de difícil factorización que ayudan a reforzar la seguridad. Porque dan lugar a sistemas eficientes de encriptación asociados al casi-primo con algoritmos relativamente sencillos. Pero quién desee romper el código y leer el mensaje, sin disponer de información privilegiada, debe hallar por su cuenta los factores del casi-primo y eso, hemos visto, que es muy improbable que logre hacerlo en un tiempo razonable.

No debe sorprendernos, sin embargo, que en la dirección opuesta (labor de "hackers y espías") haya una actividad muy intensa que pretende encontrar algoritmos cada vez más eficientes para descomponer un número en factores primos, porque conocer esos factores implica encontrar fácilmente las contraseñas. Se trata de un área de investigación matemática fascinante, que atañe a la seguridad mundial y se imbrica también con los proyectos de construcción de los mucho más potentes ordenadores cuánticos.

## ***El virus de Wuhan, un año después***

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas, 30 de enero de 2021

Hace un año escribía en esta misma columna (8/02/2020) la incertidumbre y preocupación consecuente a la información que nos llegaba sobre la neumonía de Wuhan y la necesidad de abordar las zoonosis desde una visión “One Health”. Apenas llegaban noticias de un coronavirus, el SARS-CoV-2, que se sumaba a los 6 coronavirus existentes que afectaban a los humanos y a las decenas que afectan a los animales domésticos, viejos conocidos de los virólogos veterinarios por su complejidad y, en ocasiones, su errático e impredecible comportamiento y agresividad.

One Health, una sola salud, es una visión que permite, desde el conocimiento multidisciplinar, aunar la salud humana, animal y medioambiental para poner coto a las zoonosis, esas enfermedades que se transmiten desde los animales a los humanos, y que a buen seguro irán en aumento en los próximos años con la globalización de nuestra actividad.

Hace unos días, y más de un año después de las primeras noticias, con más de dos millones de fallecidos y más de 100 millones de contagios como consecuencia de esta gravísima pandemia conocida como COVID19, aterrizaba en Wuhan con muchas dificultades un equipo “One Health” enviado por la Organización Mundial de la Salud, para tratar de determinar las causas por las que un coronavirus, presente de forma natural en el murciélago de herradura, había sido capaz de saltar de especie y generar la mayor pandemia de las últimas generaciones. Expertos en virología, sanidad animal, salud humana o epidemiología tratarán de encontrar “la aguja en el pajar”, más aún con el primer humano infectado, el paciente cero, sin identificar. Es importante conocer el camino, los posibles hospedadores intermedios y mutaciones que ha experimentado el SARS-CoV2 para ser capaz de colonizar y multiplicarse de este modo tan exponencial en el organismo humano.

Como también es urgente determinar los posibles cambios en la virulencia o transmisibilidad de las nuevas variantes del SARS-CoV2, las existentes y las nuevas que irán apareciendo, en tanto que el elevado número de personas infectadas a nivel mundial incrementa la posibilidad de que el virus mute y aparezcan nuevas variantes adicionales. Del mismo modo, es necesario monitorizar los cambios que se están produciendo en el coronavirus en las infecciones que acontecen en algunos animales, especialmente los más susceptibles como los mustélidos, y que están afectando a las granjas de visones a nivel mundial. Y evitar malas praxis que favorezcan la aparición de variantes que escapen a las estrategias de diagnóstico y control.

Un ejemplo más de que solo desde una estrategia “One Health” podremos entender por qué se producen estas zoonosis capaces de transformarse en pandemias, cómo interactúan los virus con el entorno, así como las mejores prácticas posibles para su control.

## ***¡Un mal de narices!***

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad, 6 de febrero de 2021

Ahora que uno de los posibles síntomas de la covid-19 es la anosmia (pérdida del olfato) quiero subrayar la importancia de este sentido en el avance de la medicina. Quizás fue Hipócrates uno de los primeros en usar su olfato como indicador de enfermedades humanas. Desde entonces, los médicos han sido capaces de reconocer que los olores, liberados por el cuerpo o por el aliento de los pacientes, cambian con la presencia de enfermedades. Esta información fue una valiosa herramienta para evaluar y diagnosticar las condiciones de muchos pacientes, siglos antes de que se desarrollaran sofisticados instrumentos analíticos. Resultan muy curiosos los términos descriptivos empleados para referir los aromas asociados con ciertos trastornos: en la diabetes el aliento huele a “quitaesmalte de uñas” y si falla el hígado a “pez rancio”. La piel tiene olor propio y huele a “hedor de viruela” en la viruela, a lúpulo en niños con hiperaminoaciduria, a “pan integral recién horneado” en el tifus y a “carnicería” en la fiebre amarilla. En algunas ocasiones, el cambio de olor es notable en el sudor, como en la rubéola que huele a “plumas recién arrancadas”.

Los médicos usaron (con un énfasis cada vez menor) el reconocimiento de olores hasta principios de la década de 1980, década en la que aparecieron las primeras narices electrónicas (conocidas como *e-nose*). Son dispositivos pequeños, portátiles que proporcionan resultados de diagnóstico rápidos y eficientes. Además, causan menos estrés y dolor en los pacientes y ningún efecto secundario. Se basan en la detección y análisis de los gases presentes en el aliento humano expirado. Su fundamento radica en que las enfermedades (que surgen por diferentes mecanismos, como son trastornos metabólicos, la exposición a toxinas o la presencia de microorganismos) alteran los procesos fisiológicos normales del cuerpo humano. Es decir, las enfermedades originan la producción de mezclas únicas de sustancias químicas anormales en el cuerpo. Independientemente de dónde se produzcan estas sustancias, el sistema circulatorio las acaba recogiendo y, finalmente, muchas son expulsadas a través de los pulmones. En consecuencia, el análisis de las complejas mezclas gaseosas de compuestos orgánicos volátiles liberados por nuestros pulmones al respirar, proporciona valiosas pistas de diagnóstico sobre la presencia de procesos patológicos. Esta emocionante área de detección y diagnóstico de patologías acabará siendo crucial en etapas tempranas de enfermedad, lo que mejorará los pronósticos y permitirá tratamientos más tempranos y efectivos con una mejor recuperación de los pacientes.

## ***La mujer y la niña en la ciencia: ¿qué puedo hacer yo?***

Isabél M<sup>a</sup> Saura Llamas, 13 de febrero de 2021

Hay estereotipos y prejuicios que han penetrado tan profundamente en nuestra sociedad que nos va a costar mucho tiempo erradicarlos. Cuando se habla de ciencia, seguro que nos vienen a la mente el nombre de tres, cuatro o incluso diez científicos. ¿Alguna vez se ha acordado del nombre de una mujer, sin tener que pensar expresamente en ello? No se preocupe, es un problema común. La contribución de las mujeres a la ciencia es proporcional al número de ellas que la ha practicado. Hasta el siglo XX, la participación de las mujeres en la Ciencia era casi anecdótica y sus aportaciones muy escasas (aunque no debemos olvidar algunas excepciones sobresalientes). Pero esa excusa ha perdido hoy en día su validez. Desde hace más de cinco lustros, un enorme número de mujeres han realizado aportaciones valiosísimas al desarrollo del conocimiento científico: ¿identifica usted alguna?

Para normalizar la imagen de la mujer científica y fomentar la vocación científica en las niñas, la UNESCO declaró el día 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Los organismos oficiales se vuelcan en la realización de actividades: mesas redondas, conferencias, concursos... La UPCT ha promovido una votación para elegir el nombre de la científica que se grabará en la fachada de su edificio de I+D+i (Carolina Herschel, Lise Meitner, Margarita Salas o Rosalyn Yalow). Pero quizá, usted quiera hacer algo más; quizá usted quiera participar activamente en esta campaña. Le propongo cuatro sencillas actividades que puede llevar a cabo en su vida cotidiana. (1) La próxima vez que cuente un chiste de científicos, cambie el género del protagonista y haga que sea una mujer. (2) Averigüe qué tienen en común la hija de Lord Byron, Hedy Lamarr y Marie Skłodowska-Curie. Añada otro nombre a esta lista y proponga ese pequeño juego la próxima vez que, en una reunión de conocidos, el tema de conversación decaiga. (3) Regale un objeto científico a una niña de su familia (no espere que se lo pida): una lupa, un microscopio, un juego de química o uno de construcciones. (4) Cuando quiera entretener a su hija en casa, transforme la cocina en un laboratorio de química: no se puede imaginar la cantidad de experimentos divertidos que se pueden hacer con agua, azúcar, vinagre, bicarbonato, colorante alimentario y un poco de imaginación.

Anímese. Entre todos podemos terminar pronto con los estereotipos científicos.

## ***El primer hombre que vio un virus***

Mariano Gacto Fernández, 20 de febrero de 2021

A finales del siglo XIX ya se había demostrado el origen bacteriano de la mayor parte de las enfermedades infecciosas y se conocía a las bacterias causantes. Sin embargo, quedaban algunas de origen desconocido cuyos agentes no cumplían los Postulados de Koch. Tales postulados indicaban que, para establecer la relación de causa a efecto, los patógenos deberían aislarse, cultivarse y reproducir los síntomas de la enfermedad tras re-inoculación experimental. Numerosos e infructuosos intentos para crecer estas nuevas entidades en medios microbiológicos convencionales, que son inanimados, condujeron a la evidencia de que la propiedad más distintiva de los llamados virus es la dependencia de células vivas para su cultivo, lo que a su vez determinó que los virus estudiados inicialmente se limitaran a patógenos de animales y de plantas.

El descubrimiento de la existencia de los virus como agentes infecciosos distintos de las bacterias se debe a personajes de la ciencia con escaso eco cultural entre el gran público, pese a la deuda de gratitud que les debemos. Es el caso del holandés Beijerinck o del ruso Ivanowsky. Entre otras aportaciones, al primero debemos la distinción entre los virus y las toxinas bacterianas, y al segundo la demostración de que estas nuevas entidades biológicas, a diferencia de las bacterias conocidas, podían pasar a través de los filtros bacteriológicos.

Pero el primer hombre que vio un virus (casi sin reconocerlo como tal y además con un microscopio óptico) fue el escocés Buist, cuando en 1897 realizaba estudios sobre la viruela en la Universidad de Edimburgo. Hay que destacar que la mayor parte de los virus son demasiado pequeños para poder observarlos por microscopía basada en la amplificación de ondas luminosas, y que su visión requiere normalmente el uso de microscopía electrónica. Sin embargo, algunos poxvirus, como el productor de la viruela, son una excepción por su anormal tamaño. Empleando métodos clásicos de tinción similares a los empleados en bacteriología, Buist observó gránulos característicos en el fluido de las úlceras provocadas por la enfermedad, de los que llegó a determinar su diámetro. Ahora sabemos que esos gránulos son los poxvirus infecciosos. Posteriormente otras personas repitieron esta observación e identificaron también dichos corpúsculos como los causantes de la viruela. En un típico ejemplo de olvido científico, después del fallecimiento de Buist, los cuerpos de inclusión descubiertos por él se denominaron corpúsculos de Paschen en Alemania, corpúsculos de Guarnieri en Italia o cuerpos de Borrel en Francia.

## **Conservación de germoplasma, los bancos de semillas**

Juan Guerra Montes, 27 de febrero de 2021

La lucha contra las pérdidas de biodiversidad en el mundo de los vegetales, causada fundamentalmente por la alteración de sus hábitats naturales, ha encontrado en la conservación de las semillas una forma sustancial de combatir la extinción. De esta manera, se intenta reducir el riesgo de una posible desaparición de las especies más raras o endémicas y las semillas de plantas cultivables que prácticamente ya no se utilizan a causa de la globalización de los cultivos, pérdidas que serían irrecuperables. Los bancos de germoplasma son verdaderas “Arcas de Noé”, donde se conservan durante tiempo indefinido las unidades básicas de dispersión de los vegetales superiores, que son las semillas.

El principio fundamental para su conservación a largo plazo es la limitación de los cambios bioquímicos que se originan por el metabolismo o los procesos de envejecimiento inherentes a cada ser vivo. Existe una relación exponencial entre la longevidad de las semillas, la temperatura y la humedad de almacenamiento, de manera que el tiempo de supervivencia de una semilla se duplica por cada reducción de 5°C de la temperatura y de un 1% en la humedad interna. Según este modelo, algunas semillas se mantienen viables durante cientos e incluso miles de años.

Después de una fase de deshidratación, las semillas son encapsuladas en contenedores herméticos de diversos tipos: sobres de aluminio, botes de cristal Pyrex, tubos cerrados a llama, ampollas, etc. Dichos recipientes, además de las semillas, contienen generalmente una capa de silicagel, cuya función es aumentar la desecación, además del mantenimiento de una adecuada hermeticidad.

Una vez encapsuladas las semillas, éstas pasan a formar dos tipos de colecciones: (a) Activas, para su uso a corto plazo, conservadas entre 0 y 10°C; y (b) Base, conservadas a temperaturas de -18°C o inferiores, las cámaras de estas colecciones se abren una vez al año, sólo el tiempo necesario para introducir nuevas muestras y extraer las que deben someterse a un testado periódico.

Existe un banco que ejerce la función de preservación a nivel global, el Banco Mundial de Svalbard (Noruega, en el Círculo Polar Ártico), esto es conservar todas las semillas de la Tierra, con los objetivos descritos anteriormente. La idea de este proyecto nació a finales de la década de 1990, sus impulsores fueron un grupo de agricultores y el genetista Cary Fowler. Pero todavía tuvo que transcurrir una década hasta la puesta en marcha de sus instalaciones en 2008. En 2019, la cifra de semillas almacenadas superó el millón, procedente de más de 200 países.

## ***Covid-19. Una cura de humildad***

Francisco A. Tomás-Barberán, 6 de marzo de 2021

Con 2020 recién acabado y echando la mirada atrás a lo largo de este año, nos damos cuenta de que la pandemia que hemos vivido y seguimos sufriendo en 2021 con una fuerza renovada por las dos nuevas variantes más contagiosas del virus, ha puesto de manifiesto las limitaciones que tiene el ser humano y la necesidad de estar preparados frente a nuevos retos que llegarán sin ninguna duda en el futuro. El estado de bienestar en el que hemos vivido parecía algo garantizado y consolidado, pero este virus ha puesto de manifiesto nuestras debilidades y en jaque a nuestros sistemas de salud, educación y economía.

El desarrollo de las vacunas en tiempo record, y gracias a colaboraciones científicas multinacionales, hace que podamos ver la pandemia con esperanza gracias a unos grandes avances que abren nuevas estrategias terapéuticas y de prevención de enfermedades víricas. Sin esta pandemia y su amenaza global a la sociedad, no se habría podido desarrollar estas vacunas, pues la complejidad logística de almacenamiento y distribución de las mismas a temperaturas por debajo de los  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , las hubiera hecho inviables para la industria farmacéutica.

Nuevos retos de salud llegarán en el futuro próximo, como es el caso de las bacterias resistentes a antibióticos, y las nuevas variantes de virus aún más contagiosos y letales. La tecnología de estas nuevas vacunas y la de todos los tratamientos que se están desarrollando, nos posicionarán mucho mejor de cara a la superación de estos retos. Pero no podemos ser autocomplacientes. Detrás de estos avances existe una fuerte base de investigación científica. La pandemia ha hecho que la sociedad reconozca la necesidad de fortalecer el sistema de investigación junto con el sistema de salud. Aquí España tiene que apostar de manera decidida y llegar al nivel de inversión en investigación que tienen los países de nuestro entorno y no ocupar lugares mucho más retrasados en la inversión que no se corresponden con la capacidad y el nivel de calidad de la investigación que se produce en España. Ahora, nunca como antes, se está alcanzando un consenso sobre la necesidad de dedicar el 2% de PIB a la investigación, como se ha promovido a partir de la campaña 'Constantes y Vitales'.

No dejemos escapar esta oportunidad de poner a España en el lugar que se merece en la ciencia y estar bien posicionados para dar respuesta a los retos que se nos plantean y se nos plantearán en el futuro. La ciencia es de todos y es necesaria para dar respuesta a los problemas de la sociedad.

## Quiralidad

Manuel Hernández Córdoba, 13 de marzo de 2021

Quiralidad: sonoro término que se refiere a la propiedad de un objeto de no ser superponible con su imagen reflejada en un espejo. Como otros vocablos que nos son más familiares, deriva del término griego con el que se denomina la mano, que proporciona un buen ejemplo ya que una mano es la imagen especular de la otra. Así, es bien conocido que la quiromancia es la adivinación a través de la lectura de las líneas de la mano o que quirófano es una sala para manipular estructuras anatómicas con fines médicos. El término se emplea en química para señalar que hay moléculas que parecen idénticas y que tan sólo se diferencian porque son imágenes especulares. Esas moléculas reciben el curioso nombre de enantiómeros, proveniente del griego con el significado de partes opuestas, o de isómeros ópticos ya que pese a ser iguales interactúan de forma diferente con la luz visible. No hace falta estudiar química para predecir que esas moléculas “casi” idénticas, pueden reaccionar de muy diferente forma. Hace medio siglo se puso en evidencia dramáticamente este hecho pues un fármaco comercializado como sedante y para prevenir náuseas durante el embarazo contenía dos enantiómeros: uno de ellos originaba el beneficio indicado mientras que el otro causaba malformaciones en los fetos. Hoy en día los científicos consideran con detalle esta propiedad antes de lanzar un nuevo fármaco al mercado.

Se debe a Luis Pasteur el descubrimiento y primera explicación de la quiralidad molecular. Pasteur, introductor del procedimiento de conservación de alimentos conocido como pasteurización y por sus avances en el desarrollo de vacunas, entre otros muy notables logros, era químico de formación y en este ámbito hizo su primera contribución. En 1848 demostró su genio científico cuando al examinar los diminutos cristales de una sal del ácido tartárico obtenida en el laboratorio, que no interactuaba con la luz visible, observó que no eran idénticos, sino que unos eran imagen especular de otros. Con ayuda de unas pinzas (algunos dicen que con una crin de caballo, algo dudoso pero de mayor repercusión mediática) fue separando pacientemente los cristales y demostró que, una vez disueltos, las disoluciones eran ópticamente activas pero su interacción con la luz era opuesta. Había nacido la estereoquímica. Luis Pasteur tenía tan sólo 25 años cuando hizo estos estudios y poco después recibió la Legión de Honor francesa, el primero de los muchos y merecidos reconocimientos a su inmensa labor científica.

## **Confinamiento: de las lagunas costeras a la gestión de las pandemias**

Angel Pérez-Ruzafa, 20 de marzo de 2021

“Pandemia” y “confinamiento” son palabras que resuenan continuamente en nuestros oídos desde hace más de un año. Internet recoge millones de entradas con ellas. La Fundación del Español Urgente, la RAE y la Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE) han elegido “confinamiento” como palabra del año 2020. También lo ha sido en Australia (*self-isolation*), o entre los expresados en kanji en japonés (espacios confinados).

Aunque “confinamiento” lleva incorporada al Diccionario de la Lengua Española desde su 9ª edición en 1843, no era una palabra cotidiana. Sin embargo, ha estado vinculada a mi carrera investigadora desde hace más de 40 años, cuando trabajaba en mi tesis doctoral sobre el Mar Menor. El término, en biología marina, lo introdujeron, en 1983, tres investigadores franceses O. Guelorget, G.F. Frisoni y J.P. Perthuisot, para explicar la estructura de las comunidades de los ecosistemas lagunares costeros mediterráneos. En su “teoría del confinamiento” se referían a la disminución de especies observada en estos ambientes desde los canales de comunicación con el mar, hacia el interior de las lagunas y lo justificaban por un empobrecimiento en “oligoelementos y vitaminas” de origen marino. Durante mi tesis reflexionamos intensamente sobre dicho concepto y lo reformulamos en términos de las probabilidades de colonización de especies. Las especies marinas tienen dificultades para colonizar las lagunas por dos motivos clave, porque las condiciones lagunares son adversas (con fluctuaciones y valores extremos de salinidad y temperatura) y porque la comunicación a través de los canales es pequeña. Esto hace que, —excepto los migradores activos como mújoles, magres, doradas o anguilas—, la mayoría de las especies colonicen las lagunas por azar, si sus larvas o juveniles pasan cerca de las “encañizadas” justo cuando la corriente es favorable. Muchas de ellas no soportan las condiciones extremas, y no sobreviven, excepto en las zonas donde la influencia marina es mayor. Simplificando mucho, esto producía un gradiente de probabilidades de colonización y supervivencia que disminuye hacia el interior. Esto explicaba por qué en el Mar Menor, las ostras (o las nacras) no tenían los parásitos que las infectaban en el Mediterráneo o que la broma (*Teredo navalis*) que perforaba las estructuras de madera en La Ribera o Los Alcázares, no fuera un problema en Los Urrutias o Los Nietos. Con el tiempo hemos depurando el concepto de confinamiento como sinónimo de conectividad restringida. Este oponer resistencia a los flujos (de energía u organismos) permite generar comunidades complejas frente a la homogeneización (y desorganización) que se produce si estos son altos. Con ello se desarrollan mecanismos de autorregulación, reduciéndose los efectos de los impactos ambientales (como la eutrofización). Y es aquí donde el concepto de confinamiento hermana las lagunas costeras con el control de las pandemias. Solo regulando en su justa medida la conectividad y flujos de especies, genes, virus o individuos, podremos combatir la segunda ley de la termodinámica que pronostica el desorden máximo y la muerte del sistema.

## ***La mitofagia está en nuestra vida, pero todavía no está en el diccionario***

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad, 27 de marzo de 2021

Las mitocondrias (orgánulos celulares especializados en la producción de energía) son decisivas para la actividad celular (metabolismo y fisiología) de cualquier organismo vivo. Contar con una correcta (saludable) reserva de mitocondrias es crucial para nuestro normal funcionamiento. Si las mitocondrias no desempeñan bien su tarea, el resultado es la disfunción celular. Por ello, es fácil entender que el daño mitocondrial está asociado con un amplio espectro de condiciones patológicas como son el envejecimiento prematuro o las enfermedades cardiovasculares, metabólicas y neurodegenerativas.

Las consecuencias de una función mitocondrial defectuosa son perjudiciales para la supervivencia celular. La naturaleza ha desarrollado diferentes mecanismos redundantes de control de calidad que pretenden restaurar o mantener de manera óptima y constante, la producción energética que necesitan las células. Estos mecanismos de control (vías homeostáticas) suelen ser suficientes para reparar el daño mitocondrial que se origina como resultado de la actividad celular normal, pero si los defectos que aparecen son incontrolados o persistentes, pueden desembocar en la eliminación de mitocondrias enteras, proceso que se conoce como mitofagia (mito, de mitocondria y fagia de acción de comer o tragar). La mayoría de las células tienen niveles basales de mitofagia. No obstante, si este proceso de recambio mitocondrial se desregula provoca la acumulación progresiva de orgánulos defectuosos en las células, lo que se traduce en el deterioro y colapso de los tejidos, que dejarán de hacer su función. Por ello, el ajuste fino de la mitofagia es fundamental para la viabilidad del organismo.

Diferentes estímulos promueven la mitofagia a través de múltiples cascadas de señalización y en distintos contextos celulares. Por ejemplo, la vía PINK1/Parkin la regula en situaciones de estrés, aunque hay otras que la inducen en respuesta al hambre, calor o falta de oxígeno. Se trabaja en identificar nuevos agentes químicos que puedan usarse para optimizar la eliminación eficiente de mitocondrias (también de otros orgánulos celulares) disfuncionales. Se han descrito ya varias moléculas sintéticas (metformina, pifitrina-a, quelantes de hierro) y naturales (resveratrol, urolotina A, espermidina) capaces de modular la mitofagia. El avance de la ciencia en el efecto de estos moduladores se traduciría en nuevas estrategias de intervención terapéutica dirigidas a una gran variedad de patologías asociadas a las mitocondrias, de gran relevancia para nuestra calidad de vida. Otro ejemplo más de que invertir en ciencia es invertir en salud.

## **Ética y credibilidad científica**

Alberto Tárraga Tomás, 17 de abril de 2021

Hace unos días, a través de los medios de comunicación, se conoció que un comité formado por once expertos, elegidos por el Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas de EEUU (NIAID), mostraba su preocupación por el hecho de que, a pesar de que la vacuna de la farmacéutica *AztraZeneca* era completamente segura y eficaz, la compañía había obtenido el aval de las autoridades médicas estadounidense para dicha vacuna “utilizando los datos más favorables resultantes del estudio sobre su eficacia, en lugar de los más completos” lo cual “podía erosionar la confianza de la opinión pública sobre el proceso científico utilizado”.

Es indudable que la confianza que la sociedad otorga a la investigación, y publicación de resultados de los investigadores, ha de residir tanto en el mantenimiento de unas reglas de integridad científica como en la honestidad académica de todas las personas que en la investigación actúan como transmisores de la veracidad de los resultados hallados en sus laboratorios. Ello obliga a que las conclusiones de cualquier investigación estén apoyadas en el análisis e interpretación correcta, concreta y fiable de todos los datos resultantes en la misma, debiendo huir de la sobreinterpretación de los mismos e incluso de especulaciones sobre algunos resultados cuya reproducibilidad pueda ser, a veces, difícil e incluso engañosa. A este respecto, sería necesario, e incluso obligatorio, evitar la rápida publicación de sólo aquellos datos que pudieran avalar la hipótesis de trabajo y hacerlo, solamente, cuando se hubiese realizado una comprobación minuciosa de las causas asociadas a los datos negativos obtenidos o a las posibles desviaciones observadas. En caso de optar por la rápida publicación, lo verdaderamente honesto sería que, cuando se detectara una falta de reproducción total de los resultados previamente publicados, los mismos autores de la investigación, y mediante estudios adicionales, hiciesen partícipe a la comunidad científica del origen de las desviaciones o errores detectados, así como de los necesarios ajustes a realizar para poder justificar la absoluta compatibilidad de sus conclusiones con la totalidad de los resultados observados.

Por tanto, teniendo en cuenta el comportamiento de estos laboratorios, no resulta extraño el revuelo informativo surgido, ya que la sociedad demanda de los científicos no sólo la observación de un estricto código ético, asociado a la fidelidad y verdades derivadas de sus investigaciones, sino, también, que sean transparentes y eficientes, actuando como mensajeros fiables que disipen cualquier atisbo de preocupación e incertidumbre en la ciudadanía.

## ***La oda a las matemáticas de Maldoror***

Ángel Ferrández Izquierdo, 24 de abril de 2021

“¡Aritmética!, ¡álgebra!, ¡geometría!, ¡trinidad grandiosa!, ¡luminoso triángulo! El que no os ha conocido es un insensato. Merecería la prueba de los mayores suplicios, pues hay ciego desprecio en su despreocupada ignorancia; pero quien os conoce y os aprecia no desea ya otros bienes en la tierra; se contenta con vuestros goces mágicos; y, llevado por vuestras sombrías alas, solo desea ya elevarse, con ligero vuelo, construyendo una espiral ascendente, hacia la esférica bóveda de los cielos. La tierra solo le muestra ilusiones y fantasmagorías morales; pero vosotras, oh matemáticas concisas, por el riguroso encadenamiento de vuestras tenaces proposiciones y la constancia de vuestras férreas leyes, hacéis brillar, ante los ojos deslumbrados, un poderoso reflejo de esa verdad suprema cuya huella se advierte en el orden del universo. Pero el orden que os rodea, representado sobre todo por la perfecta regularidad del cuadrado, amigo de Pitágoras, es mayor todavía; pues el Todopoderoso se ha revelado por completo, él y sus atributos, en ese memorable trabajo que consistió en hacer brotar, de las entrañas del caos, vuestros tesoros de teoremas y vuestros magníficos esplendores.”

Descubrí este pasaje en mi permanente obstinación por establecer puentes entre esa división artificial ciencias/letras que emponzoña muchas mentes retrógradas. En efecto, con motivo de la celebración del día de  $\pi$ , hallé, no solo mucha poesía en torno a ese mágico número, sino muchas inquietudes matemáticas de grandes escritores, como Unamuno, Alberti, Salinas, Celaya, Borges, Neruda, entre otros muchos. Pero ¿quién es el autor de esa loa, un tanto cursi, de las matemáticas? Se trata del franco-uruguayo Isidore Ducasse (Montevideo 1846-París 1870), más conocido como conde de Lautréamont, en su obra más prestigiosa, el satánico y maléfico libro de “Los Cantos de Maldoror”. Maldoror es un ser fantástico que se metamorfosea en pulpo, águila, puerco, grillo y cisne. Con esta obra, Ducasse se consagró como el precursor del surrealismo, maestro de autores como Dalí, Breton, Magritte y, en otros ámbitos, César Aira, Modigliani o Man Ray.

Toda la obra de Lautréamont es básicamente un gran clamor de protesta contra la condición humana, pues siente que el hombre es el culpable directo de los males que aquejan a este mundo absurdo dominado por la crueldad. La conducta del hombre está regida por una estructura moral que Lautréamont considera degradada, pues el hombre se siente atraído por el vicio y la crueldad, mientras preconiza, hipócritamente, lo contrario.

¿Por qué una persona con la apenas formación matemática de un bachiller hace este encendido elogio de las matemáticas? Él mismo nos dice que las matemáticas le sirvieron para dar frialdad y prudencia a sus cantos.

## ***El tamaño importa***

Mariano Gacto Fernández, 1 de mayo de 2021

Que usted nunca haya visto un microbio es normal, pues son invisibles a simple vista. Pero existen. Nuestro propio cuerpo contiene más células microbianas que propiamente humanas, y en una sola gota de agua puede haber millones de bacterias. El tamaño de los microorganismos se mide en micras y una micra es la millonésima parte de un metro, es decir, la milésima de un milímetro. Los virus son aún más pequeños y su tamaño se suele medir en milimicras. Una milimicra es la milésima parte de una micra, la millonésima parte de un milímetro o la milmillonésima parte de un metro. Para tener una idea del tamaño comparativo de los microbios hay que considerar que para que una bacteria alcanzase el tamaño de un hombre, el hombre debería alargarse hasta tener los pies en Murcia y la cabeza en Berlín.

Aunque no los veamos, estos diminutos seres son los elementos genéticos más abundantes en la naturaleza. En frase de Pasteur, lo infinitamente pequeño es infinitamente grande. Como son las entidades biológicas más antiguas, y a la vez las más distribuidas actualmente en el planeta, deben tener alguna importante ventaja evolutiva que explique su dilatada permanencia y su enorme difusión.

Una notable ventaja reside precisamente en su pequeño tamaño. Para demostrarlo, imaginemos una especie de microbio con forma de esfera y recordemos la fórmula de la superficie de una esfera (“cuatro por pi por radio al cuadrado”) y la fórmula del volumen de una esfera (“cuatro tercios de pi por el radio al cubo”). Dividamos luego la primera por la segunda y, tras las correspondientes simplificaciones, veremos que la relación existente entre la superficie y el volumen es igual a  $3/r$ , lo que significa que dicha relación  $S/V$  es inversamente proporcional al radio. En otras palabras, y en términos matemáticos muy simples, esto indica que, cuanto menor es la figura, mayor es la superficie relativa respecto al volumen que encierra. La superficie es la zona mediante la cual las entidades biológicas interaccionan con el medio ambiente, y de donde adquieren nutrientes y fuentes energéticas para su metabolismo. Por eso, el intercambio de todos estos factores será mayor por unidad de volumen cuanto más pequeño sea el tamaño de la entidad. De hecho, los microbios se multiplican más eficazmente y con mayor velocidad de crecimiento que otros seres vivos. En resumen, el tamaño importa, y para la vida cuanto más pequeño mejor.

## ***Que la fuerza te acompañe (pero respetando las leyes físicas)***

Rafael García Molina, 8 de mayo de 2021

Hace poco fue 4 de mayo, que en inglés se escribe “May the 4th”. Su pronunciación suena igual que “may the force...”, a lo cual basta añadir “...be with you” para tener la frase archirrepetida en la prolífica saga cinematográfica *Star Wars* (en castellano las “Galaxias” reemplazan a las “Estrellas”). Poco le costó al mundo friki (sí, el Diccionario de la RAE recoge la palabra friki) fijar dicha fecha para conmemorar el *Día de Star Wars*. Pero como esta columna no trata de temas cinematográficos, sino científicos, seguidamente comentaremos algunas escenas de la mencionada serie filmica que entran en clara contradicción con la ciencia.

Las batallas que se desarrollan en el espacio dan mucho juego para criticar su realismo científico. Comencemos por el sonido de las explosiones, que aturden a los espectadores si la sala de proyección cuenta con un buen sistema *Sensurround*. Pero en la escuela se nos enseñó que las ondas acústicas necesitan de un medio material para propagarse (como el aire, las vías del tren o una tabla de madera), así es que la ausencia de materia en el espacio intergaláctico impide la propagación del sonido y, por tanto, escuchar las explosiones. En esas batallas también abundan las ráfagas de disparos con potentes láseres, cuya trayectoria no debería verse mientras se propagan de un lugar a otro por el espacio (pero sí cuando impacta en el blanco) debido, nuevamente, a la ausencia de materia con la cual interaccione la radiación electromagnética. Tampoco serían posibles las espadas láser con las que se libran vistosos combates en el interior de las naves espaciales, puesto que el rayo láser es invisible (por lo dicho anteriormente) y en absoluto se interrumpe a cierta distancia de la empuñadura; además, estas espadas nunca se entrecocarían, ya que los fotones no interaccionan entre ellos.

Volviendo a las batallas espaciales, llama la atención el diseño aerodinámico de las naves de combate (inútil en el espacio, donde no experimentan fricción) y sus ágiles maniobras (para las cuales son innecesarios los alerones de las naves) en las persecuciones y/o para esquivar los disparos enemigos.

Y qué decir de la gravedad, que es prácticamente la misma en todos los planetas (independientemente de su masa, tamaño...) visitados por los protagonistas, o que mantiene a los tripulantes de las naves anclados al suelo... ¡en condiciones de micro-gravedad!?

Estas deficiencias científicas de *StarWars* pueden aprovecharse en las aulas (o en esta columna) para mostrar que se puede hablar de ciencia en cualquier situación, incluso en el cine. Aunque, en aras de la espectacularidad y el entretenimiento, se permitan algunas licencias cinematográficas, sería muy de agradecer que respetaran las leyes de la física.



## **Math\_TalentUM 2021**

Ángel Ferrández Izquierdo, 15 de mayo de 2021

A esta misma ventana nos asomábamos hace un año para dar cuenta del resultado del concurso Math\_TalentUM en su primera edición. Animados por el éxito alcanzado y por la enorme ilusión despertada entre nuestros jóvenes talentos y sus tutores, y con la experiencia del año anterior, los organizadores no dudamos en lanzarnos a una nueva aventura, pese a lo que pudiera suponer el estado de alarma.

La Facultad de Matemáticas y la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Murcia (UMU), con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología-Ministerio de Ciencia e Innovación, la Academia de Ciencias de la Región de Murcia y los Departamentos de Matemáticas y de Estadística e Investigación Operativa de la UMU, convocaron la segunda edición de un certamen dirigido a propiciar el acercamiento a las Matemáticas de los estudiantes murcianos y mejorar su educación científica a través del ocio. Tuvimos muy presente que el Día Internacional de las Matemáticas se celebraría en pleno concurso y cuyo lema para 2021 es *Matemáticas para un mundo mejor*.

El concurso pretendía que estudiantes de 5º y 6º de Primaria (nivel 1); 1º y 2º de ESO (nivel 2); y 3º y 4º de ESO (nivel 3), tutelados por docentes, presentaran una creación científica, en su sentido amplio: relato, poesía, teatro, pintura, escultura o cualquier producción basada en las Matemáticas. Cada idea se recogería en un vídeo que más tarde sería valorado por un jurado para seleccionar a los mejores hacia la gran final.

En esta segunda edición, frente a los 39 del año pasado, se registraron 77 equipos: 17 del nivel 1, 33 del nivel 2 y 27 del nivel 3, con 311 estudiantes y 31 docentes. Pasaron 15 a la final, 5 de cada nivel, contando 62 participantes y 15 tutores. El estado de alarma obligó a una final mediante videoconferencia, que consistió en una prueba donde cada grupo se enfrentó, durante una hora, a 30 problemas de matemáticas, adaptados a su nivel.

Tras una disputada competición, los ganadores del nivel 1 fueron los equipos Los Potenciadores (Colegio San Buenaventura, Murcia), Jaque Mate (Colegio Azaraque, Alhama) y Los Supermatematics (CEIP Nuestra Señora de la Arrixaca, Murcia); del nivel 2, Los Pentaproblemáticos (IES Infanta Elena, Jumilla) y #Decu Steam Girls (Colegio Los Olivos, Molina); y del nivel 3, Los Ratás (Colegio Azaraque, Alhama), Pupilas de Hipatia (Colegio Nelva, Murcia) y Los Geométricos (IES Sanje, Alcantarilla).

Felicitando a los ganadores, agradeciendo a las entidades financiadoras, los concursantes, los centros de procedencia, al jurado y, especialmente, a los tutores de los equipos, alma mater del concurso, anunciamos que Math\_TalentUM 2022 ya está en marcha.

## **¿Funeral por el higo chumbo?**

Juan Guerra Montes, 22 de mayo de 2021

Desde tiempo inmemoriales el hombre viene transportando e introduciendo vegetales por todo el mundo, las plantas de cultivo, obviamente, fueron las primeras aclimatadas. Los conquistadores españoles, en vista de su resistencia a las altas temperaturas y a la sequía, trajeron a Europa lo que conocemos vulgarmente como chumbera o tuna, una cactácea del género *Opuntia* (*Opuntia ficus-indica*), nativa de América, concretamente de México.

La introducción comenzó en tierras no productivas de la península Ibérica, posteriormente llegó a Italia y África, de forma que hace medio milenio forma parte del paisaje mediterráneo, fija los terrenos en taludes y caminos con la vegetación natural alterada, delimitan fincas, sirve de corta vientos y, lo que es más relevante, durante decenios ha venido a completar las economías locales con la recolección de sus apreciados frutos y su uso en múltiples campos (cosmética, medicina natural, colorantes, etc.).

Desgraciadamente, esta planta no está considerada como cultivo por los correspondientes departamentos de Agricultura y se tiene calificada como especie exótica invasora por los de Medio Ambiente, de forma que se encuentra situada en una especie de limbo administrativo, pues su mantenimiento y/o protección no cae en la competencia de ningún organismo público.

En España ha convivido la chumbera con la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus*) durante siglos, sin problemas para la supervivencia de la primera. Sin embargo, la situación se ha visto alterada de forma drástica en los últimos años, con la introducción de otra especie de cochinilla mucho más agresiva (*Dactylopius opuntiae*), detectada en 2007 en la Región de Murcia. Los campos de chumberas ocupan en total unas 6000 hectáreas en Andalucía, Baleares, Canarias, Extremadura y Murcia, donde sus poblaciones están desapareciendo a un ritmo nunca visto, afectando además a otras regiones del Mediterráneo, donde alcanza proporciones de “epidemia”.

Para luchar contra esta cochinilla se han probado varios remedios propuestos por un grupo de investigación de la Universidad de Córdoba, la utilización de un hongo entomopatógeno y la propagación de otro insecto que es depredador de la cochinilla, pero en ningún caso han sido eficaces. Finalmente han dado con un remedio “ecológico”, la aplicación de jabón potásico aplicado al 2%, que alcanza una eficacia del 91,5%, siendo además un producto muy barato.

No obstante, las pérdidas de las poblaciones de chumberas son enormes en todos los territorios del sur de España. Esto ha provocado que se estén poniendo en marcha cultivos, pues la demanda de los frutos lo hace altamente rentable.

## ***Los romanos no estaban locos***

Manuel Hernández Córdoba, 29 de mayo de 2021

Por medio de la orina se eliminan parte de los residuos que se originan en nuestro metabolismo. Se trata de un líquido valioso por algunos de sus componentes, propiedad conocida y aprovechada por nuestros antepasados desde tiempos muy pretéritos. En época reciente se tienen asimismo ejemplos de todos conocidos. Baste recordar que Azarías, el protagonista de “Los santos inocentes”, la entrañable novela de Delibes, orinaba en sus manos para que no se agrietaran, y que hoy en día se emplean con profusión cremas basadas en urea, compuesto químico presente en la orina ya que es el producto de degradación de las proteínas que ingerimos. La cantidad no es despreciable pues, en promedio, variable en función de la dieta, un adulto elimina por esa vía alrededor de 20 gramos cada día. Este líquido esencial protagonizó una singular moda en la antigua Roma. Algunos romanos empleaban la orina como dentífrico, y entre la aristocracia se difundió la idea de que la más eficaz a este propósito era la de Lusitania, región bien alejada de la urbe, en una esquina de la Península Ibérica. Algunos dicen que la fama se debía a que la dieta de los lusitanos era muy ácida, lo que hacía la orina más efectiva. Esta explicación no parece muy fundada desde el punto de vista científico. Más ajustada podría ser la que se basa en un simple razonamiento: ya que los lusitanos eran guerreros con fama de valentía y fiereza, su orina debería recoger esas cualidades y ser la que mejor resultado proporcionase. Razonamiento que convence fácilmente a quien quiere dejarse convencer y demostrar al mismo tiempo su poderío económico. En nuestra actual cultura esa moda nos repugna, y si hubiese llegado en su momento a oídos de Obélix, el fiel compañero de Astérix, quizás habría sentenciado su opinión con su conocida frase: ¡están locos estos romanos! Desde luego no lo estaban, al menos por esta moda. Habría locos, como en todos sitios y culturas, pero a buen seguro, como corresponde al pueblo latino, habría pillos que se encargarían de dar gato por liebre, esto es, de vender a buen precio orina obtenida en la misma ciudad como si se tratase de líquido procedente de los aguerridos lusitanos. Cuanto mayor fuera el precio, mayor sería la supuesta calidad del producto, y la aristocracia romana lo pagaría con gusto por ser un líquido exclusivo. Una prueba, como tantas otras, de estupidez humana.

## ***Los objetivos de desarrollo sostenible en nuestra vida***

Alfonsa García Ayala, 5 de junio de 2021

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030.

En los últimos meses me he visto involucrada en la organización de tres de los ODS de corte ambientalista y transversal en el proyecto de la Universidad de Murcia: i) ODS13. Acción por el Clima, ii) ODS14. Vida Submarina y iii) ODS15. Vida de Ecosistemas Terrestres. Siempre había pensado que la protección de la biodiversidad marina y terrestre y el cuidado de los ecosistemas eran de crucial importancia para asegurar la sostenibilidad de nuestro planeta y, por tanto, de nuestra existencia, al menos, tal y como la concebimos en la actualidad. Tras estos meses repletos de charlas y mesas redondas, en las que han participado científicos de diferentes áreas de conocimiento, distintos tipos de asociaciones, políticos, empleados públicos y empresarios, creo que tenemos las herramientas y el conocimiento suficiente como para abordar con éxito la tarea de prevenir el cambio global que se nos avecina, como consecuencia del cambio climático.

Vivimos en la zona de la Cuenca del Segura que, debido a su posición geográfica y al clima mediterráneo semiárido que disfruta, es muy vulnerable a los impactos del cambio climático. Por ello, nuestra preocupación debe ser aún mayor, ya que este impacto afectará en mayor medida a nuestro modelo socioeconómico.

Uno de los hechos que más me ha llamado la atención ha sido que una parte importante de la sociedad está deseosa de colaborar y participar en frenar el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad y de los ecosistemas.

Hemos de desarrollar ideas o proyectos que generen solidaridad e ilusión para mejorar nuestro planeta: proyectos de concienciación ciudadana que fomenten la participación activa de las personas de todas las edades, así como proyectos de educación ambiental para edades en las que se desarrollen verdaderos activistas del cambio climático; editar catálogos con pequeñas acciones que se puedan desarrollar en cualquiera de nuestras actividades diarias y dar ejemplo en nuestro desempeño profesional y personal; concretar cursos y sesiones de información específicos para las empresas; generar grupos de trabajo voluntario.

Es una tarea de todos y para todos.

## ***Ecuaciones en tiempos de pandemia (I)***

Antonio Córdoba Barba, 19 de junio de 2021

Inmunidad de rebaño, pico de la curva de infectados, confinamiento y realización de pruebas (PCR) para detectar asintomáticos, términos que la Covid-19 ha popularizado y son analizados en las ecuaciones formuladas por Kermack y McKendrick sobre la evolución de las epidemias. En una población afectada por un virus hay, en cada tiempo  $t$ , tres clases de individuos: los infectados,  $I(t)$ ; los susceptibles de adquirir la enfermedad,  $S(t)$ ; y finalmente  $A(t)$ , que cuantifica a los que están inmunizados, aislados o han fallecido y, por consiguiente, no pueden contagiar ya a nadie. Suponemos que durante el periodo de estudio la suma de esas cantidades se mantiene constante, aunque, si es preciso, se podríamos completar el modelo para tener en cuenta el turismo y la migración.

La velocidad de crecimiento  $I'(t)$  (o derivada temporal) de la población infectada aumentará con los contactos entre infectados y susceptibles, medidos por el producto  $r I(t)S(t)$  donde “ $r$ ” es un parámetro muy pequeño que hay que evaluar; pero disminuirá con la velocidad  $A'(t)$  del número de aislados, que será proporcional al número de infectados con una constante “ $a$ ” también por estimar:  $A'(t)=aI(t)$ . Bajo la hipótesis de que el período de incubación sea corto, las ecuaciones son las siguientes:  $I'(t) = rI(t)S(t) - aI(t)$ ;  $S'(t) = -rI(t)S(t)$ ;  $A'(t) = aI(t)$ , donde “ $r$ ” y “ $a$ ” dependen de las condiciones de la población (rural, urbana), de sus instalaciones higiénicas y de la calidad del sistema sanitario. Las autoridades deben tener estimaciones de esos parámetros a partir de los datos históricos de la enfermedad. La solución, que es muy sencilla (Matemáticas del siglo XVII), permite interpretar la información que llega de los hospitales y tomar decisiones. Pero sabiendo los valores de “ $r$ ” y de “ $a$ ”, que eran desconocidos para la Covid-19. Por eso sorprende tanto la cantidad de gente que aventuraba opiniones desde el mismo inicio de la pandemia.

Una cuestión fundamental es conocer si la infección aumentará o si el número de enfermos irá decreciendo. Se trata del signo de la derivada  $I'(t)$  que será positivo ( $I(t)$  crecerá) si  $S$  es mayor que  $a/r$ , pero será negativo ( $I(t)$  decrecerá) cuando  $S$  sea menor que  $a/r$ . Ese cociente es crucial para saber si habrá epidemia, y está detrás del concepto de inmunidad de rebaño. Por otro lado, el “pico”, máximo de infectados, se alcanza cuando  $I'(t)$  se anula, es decir, cuando  $S=a/r$ .

La población puede también estar estratificada en grupos de edad o de riesgo, y llama la atención que unas sencillas ecuaciones cuya solución ya conocían los matemáticos del XVII expliquen tanto. Seguramente habrá una mayoría de ciudadanos que desconozcan los rudimentos del Cálculo que involucran las soluciones, pero sería de desear que sí los dominen los numerosos opinantes de los medios de comunicación.

## **Referentes científicos y el futuro que viene**

Angel Pérez-Ruzafa, 26 de junio de 2021

Eliminar a científicos y personajes relevantes de nuestra memoria colectiva puede parecer un acto de estupidez. Pero, más allá del dicho: “ningún tonto se equivoca en su contra”, evidencia mediocridad. Y esto es más peligroso. La mediocridad no implica ser menos inteligente o tener limitaciones. Todos los tenemos y la genialidad está al alcance de pocos. El problema es que el mediocre es incapaz de aceptarlo y no soporta verse reflejado en quien evidencia sus carencias. Por eso no hay nada peor que un mediocre con poder. La película *Amadeus* de Milos Forman, lo retrataba magistralmente en la figura de Salieri. Buen músico y en la cima, pero, incapaz de soportar la genialidad de Mozart, no cejó hasta aniquilarlo. Estas personas resultan altamente destructivas. Intrigantes y manipuladoras, abundan precisamente en ámbitos donde se espera inteligencia, en la dirección de muchos departamentos y centros de investigación y en las esferas del poder, truncando la proyección de numerosos profesionales brillantes. Evidentemente, el daño no pueden hacérselo ya a Ramón y Cajal o a Juan de la Cierva. Ellos ya justificaron su vida, contribuyendo con su genialidad y esfuerzo, a pesar de los mediocres de su época, al bien común y el progreso de la humanidad. Algunos, como Isaac Peral, incluso perdieron la vida en ese desgaste, pero su obra sigue aquí y ya nada pueden arrebatarles. A ellos es a quienes menos les importa que un premio, una beca o un aeropuerto lleven su nombre. Su trabajo sobrevivirá a quienes los denigran. Los perjudicados somos nosotros y nuestros hijos. Porque para batir una marca, hay que tenerla como referencia, para que la sociedad progrese, hay que saber que otros ya cruzaron horizontes y, como decía Newton, subirse a sus hombros de gigantes para ver más lejos. Es aquí donde los mediocres no se equivocan, porque así eliminan el sentido crítico, el anhelo de superación y la excelencia, rebajando los referentes al nivel del populismo. Resulta fácil neutralizar un referente genial, basta con acusarlo por sus creencias y convicciones tras haberlas demonizado, o de cualquier debilidad humana de las que el que esté libre de pecado que tire la primera piedra, al tiempo que justificamos al que no siente remordimiento por disparar en la nuca o indultamos, en aras de la concordia, a los que no tienen más méritos que haber cometido delitos reales de violencia, *supremacismo* nacionalista o limitado libertades básicas en la educación, la lengua o la forma de pensar. Lo triste es que argumentar es inútil, porque ya casi hemos perdido el sentido crítico. En estas condiciones, promover la ciencia hablando de nuestros grandes científicos a nuestros jóvenes, solo podrá hacerse desde las catacumbas y la clandestinidad, mientras en la superficie resuenan las palabras de Salieri en su locura: “mediocres del mundo, yo os absuelvo”. Qué duro resulta escribir esto desde una columna de la Academia de Ciencias.

## ***Cuando las pelotas surcan el aire***

Rafael García Molina, 3 de julio de 2021

En física es habitual usar las pelotas para ilustrar el movimiento de los cuerpos. Como estos se suelen describir mediante puntos materiales (sin tamaño), la fuerza de rozamiento ejercida por el aire no se suele tener en cuenta, aunque juega un importante papel en la trayectoria de los proyectiles que lo surcan, tal como puede comprobarse en deportes como golf, tenis o fútbol (de actualidad por la Eurocopa 2021), entre otros.

La inevitable fuerza de rozamiento (o de arrastre) tiene sentido contrario al del movimiento y su valor depende del tamaño y velocidad de la pelota, así como de la viscosidad (una forma de tener en cuenta la fricción) del medio en el que se mueve. En un lanzamiento (sin efecto) de golf, tenis o fútbol, el alcance del proyectil es notablemente menor del esperable en el recorrido parabólico cuando no hay fricción con el aire.

Además, si se lanza la pelota con efecto, golpeándola lateralmente para que gire alrededor de su eje mientras se desplaza por el aire (tal como bien saben futbolistas, tenistas y golfistas), sobre el proyectil actúa la fuerza de Magnus (en honor de quien la describió matemáticamente en 1852), perpendicular al eje del giro y a la dirección en que se mueve (aunque parece que Newton ya descubrió este efecto en 1672 mientras veía un partido de tenis). Esto produce una trayectoria curvilínea que sortea obstáculos y confunde al contrincante. A lo anterior, cabe añadir que cuando una pelota con efecto golpea el suelo, puede rebotar con mayor o menor velocidad de la que llevaba, según el efecto que le proporcione quien la lanza.

En un buen tiro, las fuerzas de arrastre y de Magnus que actúan sobre una pelota de fútbol o de golf cuando surca el aire son comparables a sus respectivos pesos, lo cual es un factor muy importante cuando se aplican las leyes de la física para calcular la trayectoria del proyectil, sobre la cual también influye el diseño de su superficie (más o menos rugosa; con hoyuelos “en el caso de las pelotas de golf”; con surcos de costuras o soldaduras entre los paneles de los balones de fútbol).

Como vemos, los deportes donde las pelotas vuelan por los aires son una excelente manifestación de las aplicaciones que tiene la ciencia en la vida cotidiana. Así es que aficionados y profesionales de ambas creaciones (ciencia y deporte) del genio humano, tenemos motivos para disfrutar cada vez que vemos una pelota surcando los aires. En el reciente libro *La ciencia de los campeones*, de José Manuel López Nicolás, un buen colega universitario y mejor amigo, pueden encontrarse más historias donde se marida ciencia y deporte.

## ***Análisis de riesgo y coronavirus***

Juan José Alarcón Cabañero, 10 de julio de 2021

A la sociedad actual le preocupan cada vez más los peligros a los que estamos sometidos y por ello los estudiamos con detalle. Quizás los análisis de riesgo más conocidos sean los relacionados con la seguridad alimentaria, pero también se investigan aquellos riesgos asociados con la movilidad, el trabajo y por supuesto los producidos en el ámbito de la salud. Estos últimos son los que más horas de debate han ocupado recientemente como consecuencia de la terrible pandemia que nos ha tocado vivir. Pero distingamos las fases en las que tenemos que dividir un análisis de estas características.

En primer lugar, hay que evaluar el peligro asociado a un determinado evento. En el caso que nos ocupa el peligro es un coronavirus que hemos sido capaces de identificar genéticamente de forma rápida, lo que ha permitido desarrollar en unos pocos meses vacunas eficientes y seguras. En segundo lugar, es necesario caracterizar y evaluar la exposición al peligro, y para ello ha sido preciso observar el desarrollo de la enfermedad, sus pautas de transmisión, sus dosis infectivas y su morbilidad. Una vez el riesgo ha sido caracterizado, se pueden implementar las medidas de control más adecuadas, lo que se conoce como gestión del riesgo. En este caso, buena parte del riesgo ha sido mitigado por medio de la aplicación de determinadas pautas de comportamiento como el uso de mascarilla, el mantenimiento de la distancia social y el confinamiento selectivo (pautas todas ellas muy costosas desde un punto de vista socioeconómico y emocional, pero que han permitido reducir los efectos negativos que genera el virus sobre la salud).

Por último, pero no menos importante, tras los procesos de evaluación y gestión del riesgo existe una fase relacionada con la necesidad de comunicar los avances obtenidos frente a la pandemia. La sociedad demanda conocer datos y detalles técnicos respecto a uno de los eventos más trascendentales de nuestra vida, pero la enorme avalancha de información que nos llega lamentablemente invita en ocasiones a la confusión, de modo que es difícil distinguir lo que es una sugerencia bienintencionada de lo que es una recomendación avalada por la fuerza de una evidencia científica, lo que es secundario de lo que es realmente una prioridad. En este sentido se echa en falta, especialmente a nivel político y mediático, pero también a nivel científico, más reflexión y consenso y menos discusión pública, solo de este modo conseguiremos que el plan de análisis de riesgos asociado al coronavirus se complete de forma correcta y efectiva.

## ***Tordesillas en versión espacial***

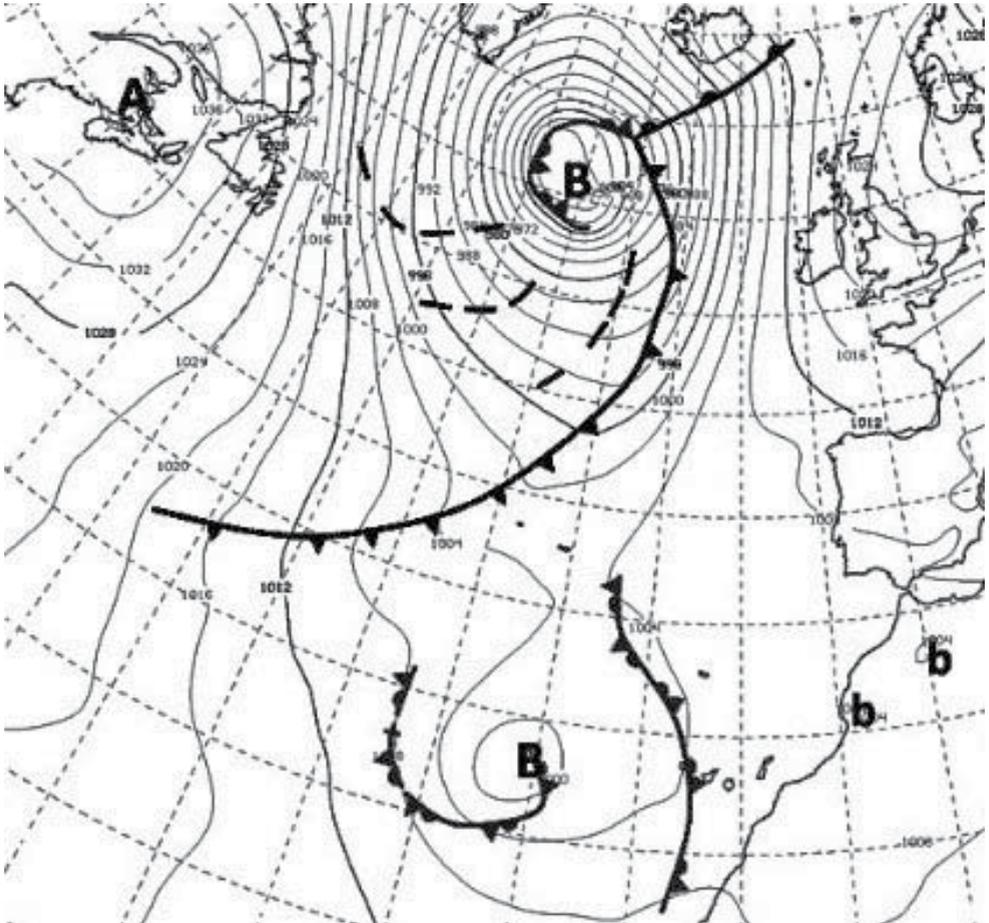
Miguel Ángel de la Rosa, 17 de julio de 2021

En la localidad vallisoletana de Tordesillas —en 1494, apenas un par de años después del descubrimiento de América por Cristóbal Colón—, los reinos de España y Portugal ponían fin a sus disputas y acordaban repartirse las zonas de navegación y conquista de la mar oceánica y del nuevo mundo. El así conocido como Tratado de Tordesillas establecía una línea de demarcación situada a 370 leguas al oeste de las islas de Cabo Verde. De esta forma, los portugueses protegían sus rutas africanas y los españoles se garantizaban las conquistas transatlánticas. El acuerdo recibió la confirmación apostólica del Papa Julio II en 1506 con la bula *Ea quae pro bono*, que venía a ordenar la expansión portuguesa y castellana en África e Indias, respectivamente, bajo pena de excomunión en caso de incumplimiento.

Hace tan solo unas semanas, China conseguía que la nave espacial Tianwen-1 “aterrizara” en la superficie de Marte. Unos meses antes, en febrero, había hecho lo propio la nave estadounidense Perseverance, apenas pocos días después de que la sonda Hope, lanzada por los Emiratos Árabes, alcanzara la órbita marciana. La Unión Europea, Rusia y hasta Elon Musk, fundador de Tesla, contemplan la exploración de Marte entre sus proyectos a corto plazo... Parece que el planeta rojo haya renovado el interés por la emigración al espacio de los terrícolas, al igual que años atrás lo hizo la Luna, cuando en 1969 el hombre consiguió poner el pie por primera vez en el satélite terrestre a bordo de la nave Apolo 11.

El paralelismo entre una y otra aventura exploratoria, entre la conquista de América y la conquista del espacio, es evidente. El afán propio del hombre por adentrarse en lo desconocido, por acaparar recursos y bienes preciados, por extender su cultura y religión y, en definitiva, por ampliar su esfera de poder constituyen en conjunto la fuerza impulsora de las grandes expediciones. Es lógico pensar, por tanto, que las disputas por la primicia en la llegada, con el consiguiente reconocimiento de soberanía y derecho de explotación de los nuevos territorios surjan dentro de poco en la carrera extraterrestre como antes lo hicieron en la carrera de Indias. La minería espacial ya ha comenzado y la colonización humana de Marte y la Luna dejará de ser ciencia-ficción en no mucho tiempo.

La reedición del Tratado de Tordesillas en versión espacial se vislumbra como solución inevitable a las más que previsibles disputas internacionales por los nuevos descubrimientos y expansiones del hombre fuera de la Tierra. Esperemos que al menos no haga falta llegar a la intervención del Vaticano.



Representación de un frente atmosférico en un mapa de isobaras.



## ***Las matemáticas de los frentes atmosféricos***

Antonio Córdoba Barba, 18 de septiembre de 2021

Es notable la solvencia que han adquirido las predicciones del tiempo atmosférico, contribuyendo a salvar cosechas y vidas humanas, consecuencia del progreso en los medios de observación y captación de datos (temperatura, presión, humedad, velocidad y dirección del viento) a través de la red mundial de estaciones y satélites meteorológicos. Y a la potencia de los ordenadores, que los pueden procesar rápidamente usando algoritmos matemáticos que predicen la evolución atmosférica con bastante precisión.

Entre los modelos matemáticos de la Meteorología destaca la llamada ecuación Quasi-Geostrófica-Superficial (SQG), que describe la evolución de un frente atmosférico a cuyo través la temperatura cambia drásticamente. Se obtiene a partir de las ecuaciones de los fluidos formuladas por el gran Euler en el siglo XVIII, a las que se acopla el movimiento de rotación de la Tierra (aceleración de Coriolis).

En latitudes medias SQG es una relación de proporcionalidad entre la velocidad de cambio de la temperatura (derivada temporal) y el producto (escalar) de su gradiente espacial por un campo de velocidades incompresible (o incompresible) que depende asimismo de la temperatura. Es decir, podemos pensar que las ecuaciones describen un fluido, el aire, cuyas partículas tienen una “temperatura” y se mueven con un campo de velocidades que es función, en cada tiempo y espacio, de esa misma temperatura.

Esa dependencia “activa” de la velocidad respecto al escalar transportado confiere a estas ecuaciones una dificultad especial, sobre todo por su carácter no-local: la velocidad en un lugar del espacio depende de los valores de la temperatura en todo el dominio, y no solamente de los que tome cerca del punto en cuestión. Si a la no-localidad le añadimos la no-linealidad cuadrática que implica el producto escalar antes mencionado, no debe sorprendernos que, a pesar de su apariencia tan sencilla, SQG presente todavía desafíos matemáticos enormes y queden muchas preguntas básicas por responder.

Empero, sabemos que el problema de valores iniciales está bien propuesto: existe solución única durante un cierto tiempo y esta depende continuamente de las condiciones iniciales. No es poca cosa, puesto que de lo contrario no tendría sentido usar la ecuación para hacer cálculos numéricos de los que extraer previsiones meteorológicas. Pero claro, querríamos saber más sobre ese intervalo de existencia y la aparición, o no aparición, de singularidades en un tiempo finito.

Me complace acabar señalando que se trata de un área relevante del Análisis Matemático, donde matemáticos muy estrechamente vinculados a nuestra querida Región han aportado contribuciones fundamentales.

## ***Los universalistas españoles del siglo XVIII***

Félix M. Goñi Urcelay, 25 de septiembre de 2021

En 1767 Carlos III ordenó la expulsión de los jesuitas de las tierras de la Corona de España, “usando la suprema autoridad que el Todopoderoso ha depositado en mis manos para la protección de mis vasallos y respeto a mi Corona”. Una buena proporción de los expulsados de la España peninsular acabaron refugiados en los Estados Pontificios. Allí coincidieron tres “expulsos”, como se les llamaba en la época, respectivamente Juan Andrés, Lorenzo Hervás y Antonio Eximeno, que pusieron en marcha una de las más grandes, y más injustamente olvidadas, epopeyas intelectuales hispánicas, lo que se ha dado en llamar la “Escuela Universalista Española del siglo XVIII”. El autor de estas líneas no tuvo conocimiento de la misma sino a través de una exposición montada en la Biblioteca Histórica de la Universidad Complutense en 2017, con ocasión del bicentenario de la muerte de Juan Andrés.

Las hazañas intelectuales del trío antes señalado son literalmente asombrosas. Juan Andrés (1740-1817) construyó una Historia Universal Comparada de las Letras y de las Ciencias, ahí es nada. Lorenzo Hervás (1735-1809) hizo lo propio con la Lingüística, y Antonio Eximeno (1729-1808) propuso un concepto universal de la Música como arte y como expresión. Estos representantes tardíos de la Ilustración aceptan de dicho movimiento el empirismo científico y la orientación historiográfica, pero se mantienen al margen de la Enciclopedia. El conjunto de su obra es, sencillamente, ciclópeo. ¿Qué ha sido de todo ello? Pues, ha sufrido el mismo destino de los “novatores” valencianos, de las contribuciones astronómicas de Jorge Juan, de la metalurgia de Alonso Barba, o de los avances médicos de los catalanes Gaspar Casal o Antoni Gimbernat, por no salirnos del XVIII: el olvido y la incuria. Si, al par de modesta, la ciencia española no es víctima de una maldición peculiar, desde luego que lo parece.

Y, sin embargo, los universalistas no pasaron desapercibidos para sus contemporáneos, particularmente en la América hispana. Entre los seguidores de dicha corriente cabe señalar al botánico Antonio José de Cavanilles, precursor del ordenamiento de los recursos naturales y del desarrollo sostenible, a Francisco Javier Clavijero, iniciador del indigenismo mejicano, al chileno Juan Ignacio Molina, catedrático en Bolonia, y tantos otros. Pero debemos destacar especialmente al médico y botánico gaditano José Celestino Mutis, director de la Real Expedición Botánica al Reino de Nueva Granada (actuales Colombia, Venezuela, Ecuador...).

En 1801, y en [Santa Fe de] Bogotá, tuvo lugar un encuentro de la mayor trascendencia, entre Mutis y... nada menos que Alexander von Humboldt, el padre de la geografía universal. Pero esa es otra historia.

## ***Tres gases inorgánicos peligrosos***

Gregorio López López, 2 de octubre de 2021

Nos referimos a H<sub>2</sub>S (sulfuro de hidrógeno), HCN (cianuro de hidrógeno) y CO (monóxido de carbono). Su peligrosidad se basa en el bloqueo irreversible de la sexta posición (posición distal) del grupo hemo de la hemoglobina. El ion hierro(II) (ferroso) está unido a cuatro átomos de nitrógeno pirrólicos, dos de ellos desprotonados para compensar las dos cargas positivas del ion ferroso. La quinta posición está ocupada por un átomo de nitrógeno de histidina (proximal) y en la sexta posición entra la molécula de oxígeno (O<sub>2</sub>), en el hueco que queda entre el ion ferroso y otra histidina (distal).

El sulfuro de hidrógeno se encuentra de forma natural en petróleo, gas natural y manantiales de aguas termales. Se genera también por descomposición de la materia orgánica existente en condiciones anaerobias, proveniente de proteínas que contienen azufre. Es un gas de olor característico a huevos podridos, perceptible en contenidos muy bajos (realmente son los huevos podridos los que huelen a sulfuro de hidrógeno). Es extremadamente nocivo para la salud. Comienza causando un malestar agudo que conlleva a la asfixia y a la muerte por sobreexposición.

El cianuro de hidrógeno ha sido el gas utilizado habitualmente en la pena capital mediante la cámara de gas, método muy utilizado en los campos de concentración de la segunda guerra mundial. Se coloca un recipiente con un ácido fuerte (por ejemplo, ácido sulfúrico) y se introduce en él una bolsa conteniendo cianuro de sodio o de potasio. Se genera inmediatamente una nube de gas cianhídrico letal. Su presencia se percibe por un ligero olor a almendras amargas y en el laboratorio los cianuros deben manejarse en medios alcalinos y en el interior de vitrinas bien ventiladas.

El monóxido de carbono fue también muy utilizado durante el holocausto en la segunda guerra mundial. Se produce en la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, carbón, tabaco o madera. Calentadores de agua y aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas y hornillas de la cocina también pueden producirlo si no funcionan bien. Los vehículos con el motor encendido también lo expulsan. De aquí el sumo cuidado que deben tener las parejas que se entregan a sus juegos amorosos en el interior de un vehículo con la calefacción funcionando y las ventanillas cerradas. El monóxido de carbono es inodoro (no se detecta) y su intoxicación comienza con una placentera modorra de la que puede no despertarse.

## Tatuajes científicos

Rafael García Molina, 9 de octubre de 2021

Durante este verano, en que la gente va ligera de ropa y luciendo tipo (quien puede), me he percatado de la abundancia de tatuajes en torsos, brazos, piernas... Los motivos que aparecen en los cuerpos tatuados son muy variados, pues van desde frases (en caracteres latinos, chinos...), hasta imágenes variopintas. Lo cierto es que ya no se lleva el típico «amor de madre», ni anclas, ni Cristos o Vírgenes de distintas advocaciones, que fueron estética dominante en otras épocas.

Reflexionando sobre la variedad de temas gráficos y literarios representados en los cuerpos tatuados (y amenizado con música a propósito: la copla «Tatuaje», interpretada por Concha Piquer, y el álbum de blues-rock «Tattoo», de Rory Gallagher), me ha llevado a pensar en qué tipo de tatuaje nos haríamos los científicos, en el caso de que quisiéramos lucir en nuestra anatomía algún motivo gráfico representativo de las materias en que investigamos.

Me vienen a la cabeza figuras icónicas en diferentes disciplinas, todas ellas con un claro significado alegórico y una innegable carga artística: la estructura del ADN, en biología; una neurona (como las dibujadas por Ramón y Cajal) en neurociencias; un diagrama de Feynman, en física; un átomo, en física o química; un fractal, en matemáticas o física; un anillo de benceno, en química; o un rayo de luz dispersado por un prisma, en óptica (y en un disco de Pink Floyd). A pesar de su indiscutible valor simbólico, no le veo muchas posibilidades a la tabla periódica de los elementos químicos en el repertorio de los tatuajes, debido a la envergadura del “soporte” necesario.

También tienen su valor estético las representaciones simbólicas propias de diversas disciplinas científicas, tales como las reacciones químicas o las ecuaciones físicas y matemáticas (sobre las que hay un debate respecto de cuál es la ecuación más bella). La identidad de Euler o la ecuación de Schrödinger están entre mis ecuaciones preferidas.

Las frases (lapidarias, a ser posible) referidas a la ciencia, o enunciadas por científicos, también serían susceptibles de aparecer sobre nuestra piel: “Dios no juega a los dados (Albert Einstein)”, “Si he llegado a ver más lejos que otros hombres, es porque me encaramé a hombros de gigantes (Isaac Newton)”, “La Naturaleza está escrita en lenguaje matemático (Galileo)”. Y si se dispone de poco espacio para el tatuaje, ¿por qué no recurrir a algún símbolo reconocible por la mayoría de científicos, tales como  $\infty$ ,  $\pi$  o  $\hbar$ ?

Finalizo desvelando una frase (de Richard Feynman) que luciría en mi cuerpo: “Todo está hecho de átomos”, junto al esquema de un átomo. Pero no recurriría al tatuaje, sino a una calcomanía (de calidad). Así podría exhibir otras ilustraciones o frases científicas cada cierto tiempo.

## ***Sencillo, pero exitosamente funcional***

Alberto Tárraga Tomás, 16 de octubre de 2021

Cuando éramos niños, tuvimos que aprender a distinguir entre mano o pie derecho e izquierdo. Aprendimos que las manos y los pies (“quirales”) eran imágenes especulares no superponibles (“enantiómeros”) y también a poner el guante o el zapato en la mano o pie correctos. A una edad temprana aprendimos a distinguir el olor de las naranjas del de los limones, sin saber que ambos olores se corresponden con la “versión zurda y diestra” (dos formas enantiómeras) en que puede existir la molécula del limoneno (el (R)-(+)-limoneno y el (S)-(-)-limoneno), ni que esa distinción entre ambas formas estaba asociada a la existencia en nuestros receptores nasales de moléculas (“quirales”) capaces de reconocer esa diferencia de propiedades organolépticas, ni que esa diferencia estaba exclusivamente ligada a la estructura tridimensional (“estereoquímica”) de esas moléculas.

Siendo, por tanto, obvio que la estructura tridimensional de las moléculas puede tener importantes consecuencias que no sólo pueden afectar a sus propiedades físicas, sino, también, a sus propiedades biológicas o a su eficacia como fármacos, y que cualquier compuesto orgánico es preparado a través de una secuencia de reacciones, no sorprende que cuando se aborde el proceso de síntesis de una molécula quiral para ser usada en farmacia, agricultura, perfumería, etc., la estereoquímica con que transcurren cada una de las etapas de ese proceso sea un aspecto clave, especialmente si consideramos que, habitualmente, será necesario obtener, de forma selectiva, el estereoisómero (isómero espacial) que exhiba la propiedad buscada.

Esta necesidad ha suscitado, a lo largo de las últimas décadas, un gran esfuerzo investigador orientado a conseguir nuevas metodologías sintéticas que permitan la construcción estereoselectiva de moléculas orgánicas “quirales”, habiendo sido clave el empleo de catalizadores metálicos “quirales” y de biocatalizadores. De hecho, ya en 2001, Knowles, Noyori y Sharpless, trabajando en este campo de “síntesis asimétrica”, recibieron el premio Nobel por desarrollar reacciones enantioméricamente selectivas utilizando catalizadores metálicos. Sin embargo, a partir del año 2000, y de la mano de los profesores Benjamin List y David MacMillan, empezó a emerger una alternativa cuyo desarrollo ha constituido un hito dentro de esta misma área: la denominada “organocatálisis asimétrica”, que utiliza pequeñas moléculas orgánicas quirales para catalizar reacciones de modo estereoselectivo. Este concepto de catálisis, que se ha convertido en una herramienta fundamental en síntesis orgánica para la preparación de compuestos enantiopuros, es “tan sencillo como ingenioso”, según el presidente del comité que otorgó, la pasada semana, el Premio Nobel de Química 2021 a estos investigadores.



Alexander von Humboldt (Berlín, 14 de septiembre de 1769-Berlín, 6 de mayo de 1859)

## **Los universalistas y Humboldt**

Félix M. Goñi Urcelay, 23 de octubre de 2021

En una Columna anterior hablábamos del movimiento de los “Universalistas españoles del siglo XVIII”, iniciadores del estudio de las ciencias y las artes desde una perspectiva universal, y no local, o nacional, y terminábamos mencionando el histórico encuentro de José Celestino Mutis, destacado universalista, con el sabio alemán Alexander von Humboldt en Bogotá, en 1801. En relación con esta última figura vamos ahora a contemplar otro aspecto de la historia de la Ilustración, esta vez desde el punto de vista alemán, un movimiento guiado por el paradigma idealista y romántico de la filosofía de la naturaleza de Schelling y Goethe, que, en términos generales, entendía ésta como un Todo. En este ambiente se educó y vivió Alexander von Humboldt (1769-1859), hermano menor del lingüista y político Wilhelm. Alexander fue el arquetipo del polígrafo: geógrafo, astrónomo, humanista, naturalista y explorador. Viajó por Europa, por las dos Américas, y por el Asia Central. Se le considera uno de los creadores de la Geografía Universal, representada en su monumental e inacabada obra *Kosmos*.

La conexión de A. von Humboldt con los universalistas españoles es, podríamos decir, de ida y vuelta. Por una parte, Juan Andrés, en su obra enciclopédica, se refiere a Humboldt (con el que nunca se encontró) en numerosas ocasiones, sin escatimar elogios, como han mostrado los estudios de M. Rosario Martí Marco, de la Universidad de Alicante. Por otra, Humboldt tuvo intensa y fructuosa relación con uno de los más importantes universalistas, el citado José Celestino Mutis. Humboldt y Mutis se encontraron en [Santa Fe de] Bogotá, entonces capital de la Nueva Granada, en 1801. Humboldt se quedó sorprendido por el equipo de trabajo a las órdenes de Mutis: “Desde hace quince años trabajan a sus órdenes treinta pintores; él tiene de 2000 a 3000 dibujos en folio...”. (A. v. Humboldt “Del Orinoco al Amazonas”). Ambos científicos mantuvieron una nutrida correspondencia durante los años de vida de Mutis, fallecido en 1808.

Es evidente que la figura de A. v. Humboldt, universalista alemán, ha sido mejor tratada por la posteridad que las de los universalistas españoles. Sin embargo, Martí Marco, entre otros, ha iniciado una revisión de la valoración de la obra humboldtiana, con el reconocimiento de su deuda con los trabajos de Hervás, Mutis, Clavijero, Andrés y otros. ¿Cuánto de *Kosmos*, publicado cuando ya casi todos los universalistas españoles habían desaparecido, se debe a la influencia de éstos? Una revisión crítica como la que ahora está en marcha permitirá, sin disminuir un ápice la gloria de Humboldt, destacar con merecido relieve la obra de sus inspiradores españoles.

## ***Vacuna contra el cáncer***

Juan Carmelo Gómez Fernández, 30 de octubre de 2021

La pandemia del COVID ha concentrado la atención de los investigadores, agencias financiadoras y laboratorios farmacéuticos durante el año y medio largo que llevamos padeciendo esta plaga. Sin embargo, empieza a vislumbrarse que el esfuerzo hecho contra el COVID pueda aplicarse a otras patologías que habían quedado más en segundo plano. Este es el caso del cáncer. Los investigadores han diseñado una vacuna basándose en el vector viral usado en la vacuna de Oxford contra el COVID. Se busca con ello el incrementar los niveles de células T antitumorales y encoger el tamaño de tumores. Mientras las vacunas contra el COVID iban diseñadas contra la famosa proteína de la espícula viral, estas vacunas van dirigidas contra unas proteínas muy conservadas llamadas MAGE (de gen de antígeno de melanoma). Esta familia de proteínas se expresa normalmente en tejidos reproductivos, pero se ha observado que se encuentran en muchos tipos de células cancerosas y se ha propuesto recientemente que están ligadas a la generación de tumores. Además, estas proteínas, que se encuentran en la superficie de células tumorales, atraen a células inmunológicas que las destruyen. Las ventajas de esta estrategia estriban en que puede aplicarse a diversos tipos de cáncer como melanoma, colon, pulmón, próstata o mama, entre otros y que no afecta a las células sanas que no expresan las proteínas MAGE, reduciéndose los riesgos de efectos secundarios. Inicialmente esta nueva terapia se ha desarrollado en estudios experimentales con ratones, con resultados muy positivos. Actualmente se vienen aplicando otras inmunoterapias como la anti-PD-1 que es muy útil para el tratamiento del cáncer porque neutraliza esta proteína que se expresa en la superficie de las células tumorales inhibiendo la acción de las células T. Al bloquearse las proteínas PD-1 se facilita el ataque de las células T a las tumorales. Sin embargo, esta terapia no es siempre efectiva por el bajo nivel de células T en la mayoría de los pacientes cancerosos. Precisamente esta vacuna viene a solventar este problema al aumentar muy considerablemente los niveles de células anticancerígenas T del tipo CD8+. Esta terapia ya se ha probado por la Universidad de Oxford, en un ensayo clínico, Fase 2a, con pacientes de cáncer de próstata con resultados muy esperanzadores y próximamente se probará con pacientes de cáncer de pulmón, como un nuevo paso para dotar a la medicina de una potente nueva herramienta en la lucha contra los tumores, que puede ser revolucionaria.

## ***La vida y el miedo al agua***

Miguel Ángel de la Rosa, 6 de noviembre de 2021

Uno de los pilares básicos en la estrategia de búsqueda de vida extraterrestre es el agua. Sin el líquido elemento es imposible la vida tal y como la conocemos en el planeta Tierra: el agua es condición *sine qua non* para la existencia de organismos vivos. Por ello, las exploraciones del espacio exterior “incluyendo las misiones tripuladas a Marte y la Luna, así como el envío de sondas a distancias mucho mayores y, sobre todo, las potentes técnicas espectroscópicas de alcance interestelar” persiguen, entre otros objetivos principales, la detección de agua como indicador de la existencia de vida, aunque sea microscópica.

El agua, de hecho, es el componente mayoritario de todo ser vivo, desde una simple célula con autonomía funcional y reproductora, como puedan ser las bacterias, al organismo pluricelular más complejo y evolucionado, como el hombre, o de mayor tamaño, como la ballena u otrora los dinosaurios. El contenido en agua del cuerpo humano, por ejemplo, es del orden del 70%, estando constituido el 30% restante por una inmensa variedad de biomoléculas, como las proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, azúcares, etcétera.

Resulta paradójico, sin embargo, que el efecto hidrófobo “es decir, el miedo o rechazo al agua” rijan las interacciones biomoleculares que gobiernan el metabolismo celular y, por ende, el funcionamiento de los seres vivos. Si antes decíamos que sin agua no hay vida, asimismo podemos decir que sin estructura no hay función. Y la amplia diversidad de estructuras moleculares complejas que realizan infinidad de funciones aún más complejas en los seres vivos están gobernadas por el agua; en concreto, por la repulsión del agua. Así, la tendencia de los aminoácidos hidrófobos a protegerse del agua hace que las cadenas polipeptídicas se plieguen y adopten conformaciones tridimensionales específicas; es decir, los aminoácidos hidrófobos se disponen en el interior de la proteína plegada en su conformación activa para evitar el agua, en tanto los aminoácidos hidrófilos quedan expuestos en la superficie. De igual modo, las moléculas de lípidos conforman las membranas biológicas haciendo que sus cadenas alifáticas se protejan entre sí y solo queden expuestas al agua las cabezas polares. Sin agua, por tanto, las cadenas polipeptídicas no se plegarían, los lípidos no constituirían membranas, y el ADN no conformaría la famosa doble hélice.

No cabe duda del papel directo del agua en procesos metabólicos esenciales, como la fotosíntesis y la respiración, pero nuestro alto contenido en agua se debe a su papel indirecto en la conformación estructural de las biomoléculas. El agua vendría a ser el “escenario” sobre el que tiene lugar el increíble baile de las moléculas de la vida... huyendo del agua.



Galaxia NGC 1365 en el cúmulo de galaxias de Fornax, conocida también como La Gran Galaxia Espiral Barrada. Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA  
Image processing: Travis Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), Jen Miller (Gemini Observatory/NSF's NOIRLab), Mahdi Zamani & Davide de Martin (NSF's NOIRLab)

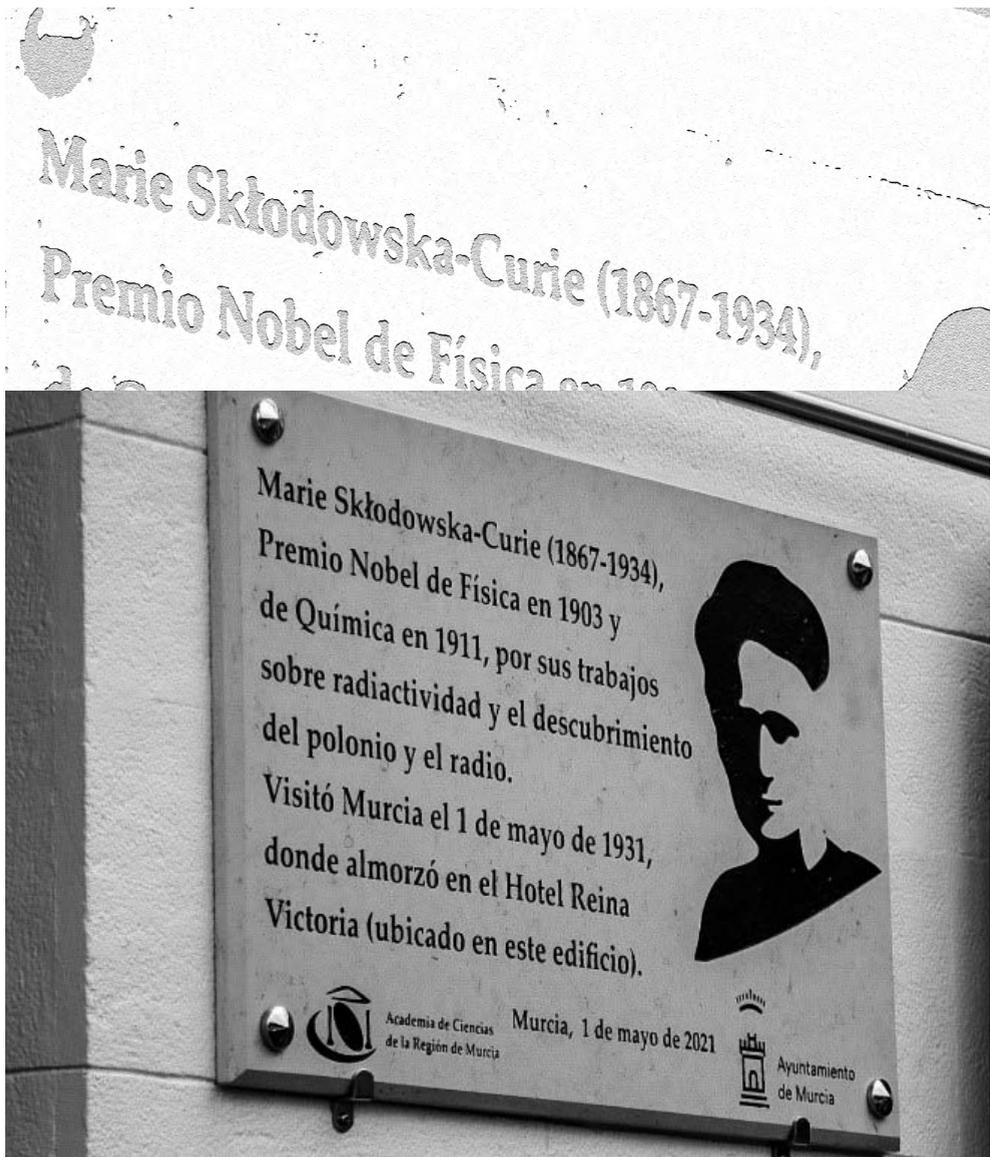
## **El proyecto DES**

Gregorio López López, 13 de noviembre de 2021

La materia oscura y la energía oscura representan uno de los mayores misterios en el mundo de la ciencia, pero no podemos simplemente contentarnos con decir que no sabemos que son estos fenómenos. Tenemos que hacer un esfuerzo para visualizarlos. El tipo de materia que conocemos, desde nosotros mismos hasta las galaxias, constituye sólo cerca del 4% del Universo, según teorías actuales. El resto es lo que se ha denominado materia oscura (cerca del 26%) y energía oscura (70%). La materia oscura no emite ni absorbe luz, por lo que es imposible verla directamente. Pero los científicos saben que existe por los efectos gravitatorios que provoca sobre la materia que sí podemos ver. Un ejemplo de esos efectos se ve en las galaxias en espiral, que giran más rápido de lo que deberían si la única materia que existiese en ellas fuese la visible.

La energía oscura es diferente; es la misteriosa fuerza responsable de la aceleración de la expansión del universo. La energía oscura no se comporta como la materia. Cuando el universo se expande, la densidad de materia disminuye (se diluye), mientras que la densidad de energía oscura se mantiene constante. La denominada constante cosmológica es entonces equivalente a una densidad de energía intrínseca del vacío. De los modelos teóricos que intentan explicarla, la constante cosmológica es, a pesar de sus problemas, la solución más simple al problema de la aceleración de la expansión del universo. Un número explica satisfactoriamente multitud de observaciones. Esta es la razón por la que el modelo estándar actual de cosmología incluye la constante cosmológica como una característica esencial. Una constante cosmológica positiva resulta en una densidad de energía positiva y en una presión negativa.

El proyecto internacional DES (*Dark Energy Survey*), Cartografiado de la Energía Oscura, que comenzó en 2004, es un ambicioso esfuerzo que se basa en la captación de imágenes de cerca de 26 millones de galaxias con una cámara digital de gran potencia, capaz de detectar la luz de galaxias que están a 8 mil millones de años luz. Estudiando la forma en que la luz es distorsionada por la materia oscura, se puede calcular la distribución de esta última. Y analizando los cambios en la distribución con el tiempo es posible determinar cómo actúa la materia oscura sobre la luz. De la densidad y ubicación de las galaxias se obtienen también datos de materia oscura y energía oscura.



Placa conmemorativa del paso de Marie Curie por Murcia colocada por la Academia de Ciencias de la Región de Murcia en la fachada del antiguo Hotel Victoria.

## **Marie Curie en Murcia**

Angel Pérez-Ruzafa y Manuel Ramón García Garre, 20 de noviembre de 2021

Marie Skłodowska-Curie, la primera persona en recibir dos premios Nobel, en Física y en Química, visitó España en tres ocasiones. En su segunda visita, en 1931, ya con 64 años y tres antes de su muerte, recorrió varias ciudades, acompañada de su hija Éve. Desde Madrid, donde impartió una charla en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (hoy Complutense) sobre “Relaciones entre los rayos alfa, beta y gamma”, bajó a Toledo invitada por Gregorio Marañón. De allí viajó a Granada (28 y 29 de abril), Almería (30 de abril-1 de mayo) y llegó a Murcia al mediodía del viernes 1 de mayo continuando esa misma tarde su viaje de regreso a París.

Fue una estancia breve, apenas de paso, pero habiendo dado un rodeo intencionado para conocer una parte de España que para ella tenía un interés especial, no solo por el referente histórico y cultural de Granada, sino también por la actividad minera de Almería y Murcia.

Las pocas horas que estuvo en Murcia, en el Hotel Victoria, inaugurado el 2 de mayo de 1890 como “Hotel Universal”, fueron apenas para reponerse de un trayecto por carreteras tortuosas y agotadoras, pero dejando el tiempo suficiente para ser recibida por el Rector de la Universidad, José Loustau, y los profesores de la Facultad de Derecho Martínez-Moya y Ruiz-Funes, acompañados del Gobernador Civil, Torres Roldán y el Secretario de la junta Provincial del Turismo. En ese momento, la Universidad de Murcia contaba apenas con 16 años desde su cuarta refundación y estaba aún superando el año convulso de 1929, en el que fue declarada su Supresión por desavenencias ideológicas, a pesar de que se encontraba entre las 6 primeras en número de alumnos de las 12 universidades españolas, y Murcia y sus instituciones tuvieron que volcarse en su defensa hasta conseguir la Real Orden en la que se prorrogó su funcionamiento.

La importancia de los eventos no puede medirse por su duración. Mientras que actividades desarrolladas durante años pueden no dejarnos ninguna huella, hay experiencias que, a pesar de ser fugaces, nos marcan profundamente. No sabemos lo que Marie Curie intercambió con quienes la recibieron en Murcia, pero un instante, una mirada, una palabra compartidos con una persona con su fortaleza de espíritu, su ansia de saber y de superación, su capacidad de trabajo y de lucha, pueden suponer una influencia determinante en la forma de ver el mundo y de afrontar los problemas a los que tenía que enfrentarse la ciencia murciana para trascender el ámbito regional y nacional. Ese espíritu es el que la Academia de Ciencias quiere preservar con la placa conmemorativa que ayer se colocó en el la fachada del antiguo Hotel Victoria.

## **Multidisciplinariedad**

Alberto Tárraga Tomás, 27 de noviembre de 2021

La lucha del hombre contra la enfermedad, mediante el uso de los productos que en cada momento ha tenido a su alcance, se remonta a sus orígenes. Ciertamente es que esta lucha no tuvo mucho éxito hasta llegar al siglo XIX puesto que, hasta entonces, la esperanza de vida se mantuvo en torno a los 25-30 años. Desde ese momento hasta mediados del siglo XX, el descubrimiento de fármacos era una cuestión de suerte más que de una investigación estructurada. Sin embargo, el avance en el conocimiento científico general, alcanzado a lo largo del pasado siglo, por equipos de investigación cada vez más multidisciplinarios, es lo que provocó una profunda comprensión de los procesos químicos involucrados en las enfermedades y una imagen más clara de la forma de actuación y metabolismo de los fármacos. Desde entonces, el enfoque a la hora de abordar el diseño de nuevos fármacos ha sido el resultado de estudios mucho más estructurados, con participación de químicos, bioquímicos, biólogos, médicos, etc., aunque el éxito, en muchos casos, todavía depende de un cierto grado de suerte.

Un ejemplo que permite corroborar la importancia de esta multidisciplinariedad en el descubrimiento y aplicación de un nuevo fármaco lo constituye la impresionante actividad de un grupo de científicos que, tras identificar el veterinario canadiense F. W. Schofield la causa de la muerte por hemorragias del ganado de su zona, iniciaron una rigurosa investigación multidisciplinar liderada por el Prof. P. Link y basada en la identificación, aislamiento, caracterización y síntesis del principio hemorrágico (dicumarol) que, tras los pertinentes ensayos clínicos, fue comercializado como anticoagulante oral en la prevención y tratamiento de las trombosis. Este hallazgo abrió las puertas al desarrollo de derivados sintéticos del dicumarol, pero de acción más potente y prolongada, como es el caso de la warfarina y del acenocumarol o sintrom, ampliamente utilizados como anticoagulantes de uso humano.

Este es sólo uno de los muchos ejemplos que podrían escogerse para reflejar el hecho de que ha sido el avance conjunto de todas las ciencias lo que ha contribuido al notable y continuo incremento en la esperanza y calidad de vida de la humanidad. Y esto, que es perfectamente entendible dentro del campo biosanitario, es absolutamente extrapolable a cualquier ámbito del conocimiento, pues todos los avances científicos o tecnológicos que han contribuido a mejorar el bienestar de la sociedad han exigido el desarrollo simultáneo de todas las ciencias en su conjunto.

## **Elogio del átomo**

Mariano Gacto Fernández, 4 de diciembre de 2021

Todas las cosas están compuestas por átomos, y nosotros mismos estamos hechos de átomos. Billones de átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, y un poco menos de calcio, azufre y otros elementos, constituyen el andamio para el milagro de la vida. Si elimináramos de nuestro cuerpo cualquier tipo de esos átomos no estaríamos vivos. Con su minúscula complejidad, se han agrupado en una disposición tan singular que, para permitir que seamos nosotros mismos, su diseño exacto solo existirá una vez. Durante años harán posible lo que llamamos nuestra existencia y, sin embargo, ellos no tienen conciencia y ni siquiera saben que están con nosotros.

Una vida humana tan solo dura unas 700.000 horas. Al cabo de ese tiempo, o antes, los átomos nos abandonan por razones desconocidas, se dispersan y se dedican a hacer otras cosas. Hacen también el aire, el agua, las rocas, las estrellas, los planetas, las nebulosas y todo lo demás que existe en el universo. Es casi seguro que cada uno de los átomos que tenemos en nuestro cuerpo ha pasado por varias estrellas (muchos elementos se forman en las estrellas) y también puede que haya formado parte de millones de organismos en un viaje evolutivo hasta llegar a nosotros. Al morir, nuestros constituyentes se reciclan y es posible que un número significativo de esos átomos pertenecieran antes a algún personaje histórico que nos precedió, como Cervantes, Pitágoras o Ramsés II. Por tanto, a nivel atómico, somos como un mosaico de minúsculas y efímeras reencarnaciones parciales de algo que existió antes. Incluso antes de la muerte, a escala más reducida, nuestros átomos se separan y buscan nuevos destinos, como una gota de agua, un futuro ser vivo o una cosa inanimada. Por ejemplo, al respirar, nos abandonan átomos de carbono y de oxígeno (dióxido de carbono) que se liberan del ciclo de Krebs. La fotosíntesis vegetal puede incorporar ese mismo carbono en plantas permitiendo que emigre luego a otros seres por ingestión o al suelo. Varios estudios indican que prácticamente todos los átomos que forman el cuerpo humano se reemplazan en un plazo de cinco o diez años, de modo que al cabo de un tiempo no somos lo que éramos.

Desconocemos el misterioso impulso que ordena a los átomos formar moléculas, orgánulos, células, o estructuras tan complejas como la organización atómica humana. Por extraño que parezca no sabemos, en realidad, lo que en realidad sabemos.

## ***Divulgar la ciencia: un deber social***

Rafael García Molina, 11 de diciembre de 2021

Hace poco más de un siglo, Julio Broutá (1866-1932) publicó *La ciencia moderna* (1897), de cuyo prólogo adjunto varios párrafos, en los que expresa con meridiana claridad la importancia de la divulgación científica.

*“Presentar la ciencia bajo un aspecto ameno, hacer fácil y agradable la enseñanza de las leyes que rigen el orden universal, exponer en forma literaria, lúcida y elegante, los resultados obtenidos, tanto en el terreno de la especulación como en el de la práctica, por la actividad humana; en una palabra, difundir las luces, vulgarizar las ciencias, es una tendencia propia de nuestra época, contrastando con los tiempos anteriores, en que los sabios y los eruditos, sea por creer que así se granjeaban mayor admiración y autoridad, sea por temor a que la ciencia sufriera, democratizándose, menoscabo, sistemáticamente evitaban ponerse en comunicación con la generalidad de sus semejantes, reservando los frutos de sus esfuerzos intelectuales para el estrecho círculo de sus colegas o de los discípulos que escuchaban o leían sus doctas y muchas veces abstrusas elucubraciones.”*

Tras exponer el peso concedido por la prensa europea a la divulgación científica, se refiere al caso de España en los siguientes términos: “[...] puede decirse que nuestra prensa se mantiene a respetuosa distancia de las cuestiones científicas. Y, sin embargo, la mayoría de los lectores se interesan vivamente por dichas cuestiones; pero aunque así no fuera, estimamos que la prensa, cuya misión no es solamente reflejar, sino también encauzar e ilustrar la opinión pública, debería prestar mayor atención a estos asuntos. La prensa española [...] no merece la totalidad de las censuras. Buena parte de ellas corresponde a nuestros sabios de profesión. Estos dejan a plumas tan modestas como la nuestra el cuidado de hacer conocer a los profanos los productos que salen de sus talleres intelectuales [...]. A estos sabios recuérdoles las palabras de Fray Luis de León: «Si escondiereis debajo del celemín la candela de vuestra vida, forzoso será quedaros a oscuras.» Dejad brillar a los ojos de todos vuestra luz, no enterréis vuestro talento a fin de que fructifique; de las opíparas mesas de vuestro saber dejad caer, para la muchedumbre, las migajas.”

*“No hay nada más pernicioso, para el universal progreso, que esas acumulaciones muertas de conocimientos; es menester que entren en la circulación general. A nuestro ver, constituye un deber social para nuestras eminencias del saber el ponerse en comunicación intelectual con el vasto auditorio de cuantos buscan ilustración sin querer penetrar en el sagrario de los austeros estudios.”*

¿Qué más se puede decir? Desde esta columna se contribuye al requerimiento que se hacía a los científicos de finales del siglo XIX, y que sigue siendo vigente en la actualidad.

## ***Estimulación transcraneal, ¿dopaje tecnológico o progreso científico?***

José Manuel López Nicolás, 18 de diciembre de 2021

Al escuchar la palabra “dopaje” nos viene a la cabeza el consumo de sustancias prohibidas por un deportista para aumentar su rendimiento. Sin embargo, en la actualidad hay otros métodos de dopaje como el genético, el tecnológico o el uso de células madre.

Ejemplos claros de dopaje tecnológico son el uso ilegal de motores eléctricos o ruedas magnéticas en el ciclismo, las “zapatillas voladoras” con las que el keniano Kipchoge corrió una maratón en menos de dos horas o algunos bañadores que permiten a los nadadores deslizarse más rápido sobre el agua. Pero hay un caso sobre el que se está debatiendo mucho: la estimulación transcraneal mediante campos magnéticos o corrientes eléctricas. ¿En qué consiste?

La *estimulación magnética transcraneal* es un procedimiento no invasivo que utiliza campos magnéticos. Para aplicar este tipo de estimulación basta con colocar un electroimán con forma de disco sobre la cabeza del deportista. Este dispositivo, del tamaño de una moneda, emite pulsos magnéticos sin causar dolor que estimulan determinadas células nerviosas activando así partes del cerebro asociadas a la mejora del rendimiento deportivo.

Por otra parte, la *estimulación transcraneal de corriente directa* es una técnica de neuromodulación cerebral no invasiva e indolora que aplica al cerebro de los atletas, a través de unos cascos situados sobre la cabeza (similares a los de música), una corriente eléctrica de 1,5 a 2 miliamperios estimulando determinadas áreas específicas del cerebro.

¿Qué zonas del cerebro pueden ser estimuladas con estas tecnologías y cuáles son los deportes que pueden ser beneficiados? Cuatro. 1) *área occipital*: favorece la atención (tenis, tenis de mesa y tiro olímpico); 2) *área parietal*: aumenta la resistencia (atletismo, fútbol, tiro); 3) *área motora*: incrementa la fuerza, retrasa la fatiga muscular y favorece la ejecución de movimientos; 4) *área prefrontal*: favorece el equilibrio (baloncesto, gimnasia rítmica y golf).

Termino respondiendo a tres importantes cuestiones sobre la estimulación transcraneal. ¿Es efectiva en el mundo del deporte? Aún hay que investigar mucho para sacar conclusiones definitivas. ¿Está permitida? A día de hoy, sí. ¿Debería ser considerada dopaje? Existe mucha controversia. Sus detractores piensan que es una estimulación artificial y que, además, no está al alcance de todos los deportistas por lo que crea agravios comparativos entre atletas que rivalizan en una misma competición. Por el contrario, sus defensores no ven grandes diferencias entre estimular fibras musculares con un simple masaje antes de competir como se hace en muchísimos deportes o estimular regiones cerebrales con modernas técnicas fruto del desarrollo científico-tecnológico. Además, tampoco todos los deportistas que rivalizan habitualmente disponen de los mismos materiales, equipos médicos o instalaciones donde entrenar por lo que siempre existirán agravios entre deportistas. ¿Y usted qué piensa?



## Índice de autores

### A

- Alberto Requena Rodríguez 31, 61, 83,  
110, 115, 137, 152, 164, 175, 193,  
217, 245, 256, 266, 305, 319
- Alberto Tárraga Tomás 82, 108, 123, 139,  
171, 211, 219, 220, 235, 246, 255,  
272, 287, 294, 326, 335, 349, 371,  
399, 409, 427, 439, 457, 466
- Alfonsa García Ayala 419, 446
- Ángel Ferrández Izquierdo 25, 26, 42, 45,  
57, 69, 89, 92, 97, 100, 104, 121, 129,  
131, 165, 201, 209, 214, 218, 230,  
261, 264, 278, 286, 288, 291, 297,  
317, 320, 336, 338, 351, 353, 365,  
367, 378, 381, 391, 396, 397, 403,  
408, 413, 418, 420, 440, 443
- Ángel Pérez-Ruzafa 19, 126, 151, 166, 179,  
194, 198, 212, 215, 216, 225, 228,  
231, 233, 243, 250, 253, 260, 265,  
273, 285, 293, 298, 314, 318, 323,  
332, 333, 340, 345, 346, 355, 356,  
366, 377, 386, 394, 412, 415, 425,  
437, 448, 465

Antonio Cerdá Cerdá 30

Antonio Córdoba Barba 428, 429, 447, 453

### C

- Carlos García Izquierdo 22, 47, 81, 99,  
116, 128, 134, 150, 161, 180, 184,  
191, 213, 237, 279, 329, 375, 423
- Cecilio J. Vidal Moreno 35, 64, 94, 119,  
141, 169, 174, 205, 240, 307, 308,  
309

### F

- Félix M. Goñi Urcelay 238, 244, 247, 248,  
249, 296, 454, 459

Félix Romojaro Almela 27

Francisca Sevilla Valenzuela 32, 68, 210,  
226, 277, 312, 350

Francisco A. Tomás-Barberán 258, 263,  
435

Francisco García Carmona 37, 79, 206,  
236, 283, 303

Francisco J. Murillo Araujo 29, 60, 80, 142

### G

Giacinto Scoles 282

Gregorio López López 20, 51, 145, 196,  
204, 207, 208, 379, 385, 387, 392,  
455, 463

### I

Isabel M<sup>a</sup> Saura Llamas 324, 341, 368, 432

### J

Jesús Ávila de Grado 306

José García de la Torre 34, 66, 67, 103, 140,  
192, 202, 295, 357

José Luis Iborra Pastor 195

José Manuel López Nicolás 469

José Orihuela Calatayud 59, 88, 384

José S. Carrión García 23, 73, 105, 156,  
185

Juan Antonio Madrid Pérez 370

Juan Carmelo Gómez Fernández 33, 62,  
95, 118, 146, 167, 197, 229, 251, 280,  
292, 315, 321, 343, 460

Juan Guerra Montes 46, 78, 133, 200, 257,  
270, 364, 417, 434, 444

Juan José Alarcón Cabañero 450

Juan M<sup>a</sup> Vázquez Rojas 24, 52, 96, 182,  
186, 327, 330, 348, 388, 411, 430

L

Luis J. Aliás Linares 269, 275, 302, 416, 422

Luis Puelles López 55, 113, 114, 155

M

M<sup>a</sup> Ángeles Esteban Abad 337, 361, 372, 431, 438

M<sup>a</sup> Ángeles Pedreño García 259, 284, 310

M<sup>a</sup> de los Ángeles Molina Gómez 36, 221, 241

Manuel Hernández Córdoba 325, 344, 352, 360, 374, 383, 414, 424, 436, 445

Manuel Ramón García Garre 465

Manuel Vidal Sanz 203

Mariano Gacto Fernández 44, 54, 85, 111, 124, 125, 148, 163, 178, 187, 223, 227, 232, 254, 262, 271, 281, 311, 316, 322, 328, 331, 342, 347, 354, 362, 373, 376, 389, 395, 405, 421, 433, 441, 467

Miguel Ángel de la Rosa 299, 451, 461

Miguel Ortuño Ortín 48, 71, 91, 109, 135, 149, 168, 181, 267, 289

P

Pablo Artal Soriano 40, 41, 43, 49, 53, 56, 58, 63, 65, 70, 72, 75, 76, 77, 86, 90, 93, 98, 101, 102, 107, 112, 117, 122, 127, 130, 132, 136, 144, 147, 153, 157, 159, 160, 170, 172, 173, 176, 177, 183, 188, 189, 190

Pascual Lucas Saorín 21, 39, 74, 106, 143, 234, 239, 242, 290

R

Rafael Arana Castillo 28

Rafael García Molina 300, 301, 313, 339, 358, 363, 369, 380, 390, 393, 401, 402, 426, 442, 449, 456, 468

T

Toribio Fernández Otero 276

V

Vicente Vicente García 50, 87, 120, 154, 199, 268, 304, 359, 382, 406, 407





ISBN 978-84-09-44018-4

