

«EL MAYOR RETO PARA LA QUÍMICA ES DESACOPLAR EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL IMPACTO AMBIENTAL»

Javier García Martínez, presidente de la IUPAC, explica cómo ha evolucionado esta institución centenaria y los principales retos que afronta en la actualidad

Bernardo Herradón

Ante la necesidad de disponer de un sistema estandarizado de pesos, medidas, nombres y símbolos, en 1919 la comunidad internacional de químicos, procedentes tanto del mundo académico como de la industria, creó la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). Poco más de un siglo después, esta institución normalizadora está presidida por Javier García Martínez, catedrático de química inorgánica de la Universidad de Alicante y el primer español en ocupar este cargo. El inicio de su mandato (enero de 2022) coincidió con una situación de crisis global. En ese momento estábamos saliendo de la etapa más cruenta de la pandemia de COVID-19 y, poco después, comenzó la invasión rusa de Ucrania. Aprovechamos la ocasión para hablar con él y hacer balance de este primer año en la presidencia de la IUPAC.

¿Cómo han evolucionado los objetivos y la misión de la institución?

La IUPAC se creó hace poco más de cien años, en julio de 1919, en París, para consensuar las normas que hacen posible el desarrollo de la ciencia y la industria químicas. Durante mucho tiempo,

los químicos habían intentado sin éxito ponerse de acuerdo a la hora de nombrar las sustancias. La ausencia de reglas claras y universalmente aceptadas se hizo insostenible a principios del siglo xx, en pleno desarrollo de la industria química. Parece increíble, pero durante la mayor parte de la historia de nuestra ciencia, es decir, desde finales del siglo xviii hasta bien entrado el xx, los químicos no hablaban el mismo idioma. Imaginemos qué hubiera sido de las matemáticas si no nos hubiéramos puesto de acuerdo en cómo representar una división, una fracción o una derivada. Sin una lengua común, la ciencia es como una orquesta que toca sin partitura.

Más de cien años después, la IUPAC es una organización clave para el desarrollo de la química. Por un lado, ha creado una lengua para esta disciplina, mediante un vocabulario (terminología) y una sintaxis (nomenclatura). Por otro, financia decenas de proyectos de investigación y organiza congresos y cursos. Nuestra misión es que la química contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad del planeta. Para eso hacemos muchas más cosas que poner nombre a las sustancias. Por ejemplo, la IUPAC proporciona datos verificados que son fundamentales para el desarrollo de la ciencia y



UNIVERSIDAD DE ALICANTE

JAVIER GARCÍA MARTÍNEZ nació en Logroño. Es catedrático de química inorgánica y director del Laboratorio de Nanotecnología Molecular de la Universidad de Alicante, donde ha centrado su labor en los nanomateriales y su aplicación en el sector energético. En 2005 fundó Rive Technology, empresa que comercializa la tecnología sobre catalizadores que desarrolló durante su estancia posdoctoral en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. En 2007 entró en la IUPAC como miembro de la División de Química Inorgánica. Después se integró en el comité de dirección y desde 2022 ocupa la presidencia. Es catedrático de la Fundación Rafael del Pino, en la que dirige el informe *Diez tecnologías para impulsar España*. En 2011 fue vicepresidente del Consejo de Tecnologías Emergentes del Foro Económico Mundial. Ha recibido varios premios relacionados con el liderazgo científico y empresarial.

la industria: me refiero a los pesos atómicos, la abundancia isotópica, los datos espectroscópicos y las constantes termodinámicas y cinéticas. Asimismo, desarrollamos métodos de medida que permiten determinar, por ejemplo, el peso atómico de un elemento químico, la superficie específica de un sólido o la solubilidad de una sustancia en agua.

¿Está la IUPAC implicada en tareas educativas y en la difusión social de la ciencia?

Desde hace años, esta es una de nuestras prioridades. Actualmente, llevamos a cabo un buen número de actividades divulgativas y de fomento de las vocaciones científicas. El concurso [Periodic Table Challenge](#) propone cientos de preguntas sobre los elementos químicos en un formato en línea (disponible también en español), en el que han participado más de un millón de jóvenes de 150 países. En el proyecto sobre [10 Técnicas emergentes en química](#), cada año nuestros expertos seleccionan y explican las técnicas que están contribuyendo a crear un futuro más sostenible, mejorar nuestra salud y sustituir las fuentes de energía fósiles por otras renovables. En la [Conversación Global sobre Sostenibilidad](#), cada 25 de septiembre organizamos actividades, seminarios, debates y talleres para tratar y concretar acciones que nos ayuden a desarrollar una química más respetuosa con el ambiente. Queremos cambiar la forma en la que nos relacionamos con los ciudadanos. En vez de darles conferencias, queremos escucharlos. Conversar e imaginar juntos acciones que nos ayuden a construir un futuro mejor para todos.

En cuanto a la labor educativa, es evidente que la brecha entre la química que es posible, es decir, aquella que se utiliza en los laboratorios y en la industria, y la que se enseña en las aulas no deja de crecer. Por eso, en la IUPAC trabajamos para adecuar los programas educativos a las necesidades laborales del futuro químico.

Además, estamos trabajando para conectar mejor la comprensión de la realidad molecular (reacciones, enlace y estructura) con su impacto en la industria, el planeta y nuestra salud. Por ejemplo, cuando explicamos el CO_2 , normalmente decimos que se trata de una molécula lineal, que en su estructura hay dos dobles enlaces y que reacciona con muchos óxidos metálicos para dar carbonatos. Pero en demasiadas ocasiones no hablamos del papel que las personas tenemos en su acumulación en la atmósfera, su efecto sobre

el clima y, sobre todo, qué soluciones ofrece la ciencia para reducir sus emisiones como, por ejemplo, las nuevas células solares basadas en perovskitas o el hidrógeno proveniente de las energías renovables.

Hemos creado una [página web](#) con recursos para aprender química en contexto, que relaciona los temas con las preocupaciones e intereses de los jóvenes. Allí pueden encontrar muchísimo contenido sobre nuevos materiales y el modo en que estos nos pueden ayudar en cuestiones relacionadas con la energía, el medioambiente o la salud. También publicamos [Chemistry Teacher International](#), una revista gratuita para profesores de química en la que se comparten recursos, información, artículos de investigación y experimentos para el aula. Asimismo, quiero mencionar el programa de [Jóvenes Embajadores de la Química](#), que llevamos organizando desde hace casi veinte años y que consiste en talleres formativos para profesores de química y actividades de divulgación científica para jóvenes.

Como ves, no paramos. De hecho, nuestro comité de educación es uno de los más activos. Además, hacemos un esfuerzo muy especial para mejorar la enseñanza de la química en países en vías de desarrollo. Por citar solo un par de ejemplos, me gustaría destacar los proyectos «[Mejora de la educación de la química en colegios e institutos de Etiopía](#)» y «[Educación en sostenibilidad en Latinoamérica](#)».

A menudo la química se asocia a «lo artificial», y ello, a su vez, se interpreta como sinónimo de «perjudicial». ¿Desde la IUPAC se está intentando cambiar esta percepción negativa de la química?

La dicotomía natural-sano, artificial-perjudicial no solo es [falsa](#), sino peligrosa. De hecho, ha contribuido a las campañas negacionistas que tanto daño han hecho durante la pandemia. Las vacunas nos ayudan a salvar vidas, los antibióticos a combatir bacterias muy peligrosas y los desinfectantes son una excelente protección contra muchas enfermedades. Por otro lado, productos tan naturales como ciertas plantas o la piel de varios animales pueden contener sustancias peligrosísimas.

Para acabar con esta percepción negativa —que, en muchos casos, manifiesta un profundo desconocimiento—, hace muchos años que organizamos actividades de divulgación, cursos y campañas informativas sobre los beneficios de

la química (pensemos, por ejemplo, en la potabilización del agua, que tantas vidas ha salvado).

¿Cómo está organizada la IUPAC y quiénes son miembros?

El máximo órgano de gobierno de la IUPAC es la Asamblea General. De ella forman parte los países que, como ocurre en las Naciones Unidas, debaten, acuerdan y toman decisiones. De hecho, la IUPAC es algo así como las Naciones Unidas de la química.

El trabajo lo realizamos voluntarios que hemos sido elegidos en función de nuestros conocimientos y experiencia. Estamos organizados en divisiones y comisiones, y desarrollamos iniciativas científicas, educativas y de colaboración con la industria. Además, cualquier científico puede solicitar a la IUPAC financiación para un proyecto, cuyos resultados estarán disponibles para todos.

En el proceso de elección de los miembros, ¿se fomenta la diversidad de género y cultural?

Sí. Además del mérito y la excelencia académica, se tiene en cuenta la diversidad. Solo puede haber un miembro titular por país y seleccionamos expertos con conocimientos lo más complementarios posibles. Tenemos un comité de ética, diversidad, equidad e inclusión cuya misión es asegurar precisamente que la diversidad sea no solo un valor, sino también una realidad.

¿Están el idioma español y la comunidad hispana representados?

En nuestra Asamblea General están representados los países hispanohablantes y muchos de sus científicos trabajan en nuestros comités más importantes. Sin embargo, hasta ahora no habíamos tenido ningún presidente de habla hispana. Esto era, sin duda, una anomalía, ya que España ocupa un lugar destacado en el desarrollo de la química. Según un [estudio](#) publicado en *Nature*, somos la décima potencia mundial en publicaciones científicas en el área de química. Además, nuestra industria da empleo de forma directa e indirecta a más de 700.000 personas.

Una de mis prioridades es el fomento del español en la ciencia. En este sentido, quiero destacar la publicación del primer [libro](#) en español que reúne los principales textos de la IUPAC (nomenclatura, terminología, unidades y tabla periódica). Un proyecto que ha sido posible gracias a Pascual Román Polo y Efraím

Reyes, ambos de la Universidad del País Vasco, y a la Universidad de La Rioja. Esta iniciativa es muy importante, porque gracias a ella todos los estudiantes de habla hispana dispondrán en un solo texto de todas las normas de la IUPAC en su propia lengua.

Lleva quince años trabajando, de manera altruista, en diferentes comités de la IUPAC, y en 2019 fue elegido presidente. ¿Qué cambios se han producido en estos años?

En 2007 entré en la División de Química Inorgánica. Cinco años más tarde, fui elegido miembro del comité de dirección (*bureau*), y desde 2017 pertenezco al comité ejecutivo. Como bien dice, han sido muchos años de servicio, pero también de aprendizaje y una experiencia increíble que me ha permitido trabajar con algunos de los mejores científicos del mundo.

La IUPAC es, a día de hoy, una organización más cercana, más global y más diversa que cuando entré en 2007. Sin duda, los Años Internacionales de la Química (2011) y de la Tabla Periódica (2019) han contribuido a este cambio y han fortalecido nuestra relación con la UNESCO y otras Uniones Científicas Internacionales.

En los últimos años hemos realizado un gran esfuerzo por apoyar y dar oportunidades a jóvenes científicos brillantes. En 2017 creamos la [Red Global de Jóvenes Químicos](#), una organización internacional asociada a la IUPAC que reúne a jóvenes de más de setenta países. Su propósito es fomentar la investigación de excelencia y el emprendimiento científico.

En 2019 la IUPAC organizó el Año Internacional de la Tabla Periódica. ¿Qué destacaría?

Fue un año muy especial, que coincidió con nuestro centenario. Se organizaron miles de actividades en todo el mundo, también en nuestro país. En Murcia se construyó la tabla periódica monumental y numerosas universidades e institutos de España llevaron a cabo actividades que conectaron la química con distintos aspectos de nuestra vida, el medioambiente y la industria. Entre otros muchos actos, organizamos el ya mencionado concurso global sobre la tabla periódica, en el que han participado millones de jóvenes. El éxito de esta y otras iniciativas similares fue tan grande que decidimos continuarlas y, a día de hoy, siguen creciendo, contribuyendo a dar visibilidad a la IUPAC y a mejorar la per-



JAVIER GARCÍA MARTÍNEZ

EN LA IUPAC ESTÁN REPRESENTADOS un gran número de países y culturas. Esta imagen, tomada en el acto del centenario celebrado en París, en julio de 2019, durante el Congreso Mundial de Química, reúne a miembros del Comité Ejecutivo y de la Red Internacional de Jóvenes Químicos (*de izquierda a derecha*): Juris Meija (Consejo Nacional de Investigación, Canadá), Christine Dunne (Universidad Estatal de Colorado, EE.UU.), Nnanake-Abasi Offiong (Universidad de Uyo, Nigeria), Javier García Martínez (Universidad de Alicante), Supawan Tantayanon (Universidad Chulalongkor, Tailandia), Hooi Ling Lee (Universidad de Ciencias de Malasia), Mary Garson (Universidad de Queensland, Australia) y Laura McConnell (Bayer, EE.UU.).

cepción social y la comprensión de la química en todo el mundo.

Desde el pasado mes de junio estamos celebrando el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible. Como presidente de la IUPAC, está muy involucrado en ello, ¿no es así?

Efectivamente. Después de muchos años en los que los científicos celebrábamos Años Internacionales dedicados a nuestra propia disciplina (química, matemáticas, física...), finalmente nos hemos puesto de acuerdo para celebrar la ciencia sin apellidos y destacar su papel fundamental en la construcción de un futuro más sostenible. Además, hemos querido poner el acento en la ciencia básica o, mejor dicho, basal, es decir, la que está en la base de todo lo que hacemos.

El 8 de julio tuve el privilegio de asistir, con otros presidentes de uniones científicas internacionales, a la presentación del Año Interna-

cional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible en la sede de la UNESCO en París. Allí transmitimos con claridad y una sola voz el mensaje central de este Año Internacional, esto es, que para resolver los grandes problemas que nos afectan a todos, no sobra nadie, y que solo con inteligencia y colaboración podremos hacer frente a las amenazas que nos ponen en peligro a todos.

A veces asociamos la IUPAC únicamente con la nomenclatura química y con la tabla periódica. ¿Qué criterios hay para denominar a los nuevos elementos químicos?

Las personas que hacen un descubrimiento, bien sea un elemento químico, un nuevo insecto o una nueva planta, tienen el privilegio de ponerles nombre. La IUPAC es la organización que fija y vela por el cumplimiento de los criterios para nombrar nuevos elementos químicos. En algunos casos, los descubridores han tenido que modificar

su propuesta inicial porque no cumplían alguna de las normas. Por ejemplo, recuerdo que en el caso del elemento 112, los descubridores tuvieron que cambiar su propuesta de símbolo para el copernicio (Cp) porque había sido utilizado anteriormente para el casioپیo, hoy lutecio.

En cuanto a los criterios que hay que seguir para nombrar un nuevo elemento químico, este debe estar relacionado con un tema mitológico o astronómico, un mineral, un lugar o región, las propiedades del elemento o un científico.

Hace pocos años participé en la creación de las [normas](#) que deben seguirse a la hora de nombrar nuevos elementos químicos. Por eso, cada vez que veo una tabla periódica y leo el nombre de [teneso u oganesón](#), recuerdo cuando propuse que se nombraran de esa manera y no tenesio y oganesio, como dictaba la norma anterior. Puede parecer un cambio menor o caprichoso, pero es importante porque al mantener la terminación propia del grupo se refuerza la idea de que los elementos del mismo grupo tienen propiedades similares.

¿Cuál es su opinión sobre los nombres que se han dado a los últimos elementos?

Personalmente, y como ya he dicho públicamente, me apena que los nombres de los últimos elementos tengan un tinte nacionalista o personalista [«teneso» responde a Tennessee, sede del Laboratorio Nacional Oak Ridge; «oganesón» es en honor al físico nuclear Yuri Oganessian], y considero que esto es un signo de los tiempos. Me encantaría que los descubridores propusieran nombres más inspiradores, por ejemplo, el de alguna gran científica. De esta forma contribuirían a fomentar las vocaciones entre las mujeres; pero eso depende de ellos. Por eso, invito a las personas a que descubran nuevos elementos, a que piensen con altura de miras y aprovechen la oportunidad que tienen de nombrar un elemento químico para celebrar lo que nos une en vez de reivindicar lo que nos distingue.

Se está trabajando en la síntesis de los elementos 119 y 120, y luego vendrán el 121 y el 122, con lo que empezaremos el bloque g. Habrá que utilizar un nuevo formato de tabla periódica. ¿Cómo será?

Efectivamente, pronto tendremos los [elementos 119 y 120](#) en los que están trabajando varios equipos internacionales. Así que estamos a las puertas del bloque g y, por tanto, tendremos

que reimaginar la tabla periódica. Esto no hace sino recordarnos la dificultad de simplificar en una mera tabla la riqueza y la complejidad de la ley periódica. Cada par de semanas recibo un correo electrónico de alguna persona que me invita a considerar una nueva tabla periódica, indicándome que la actual es insuficiente o incompleta. Creo que vamos a necesitar toda esa creatividad para poder incluir un nuevo bloque para los elementos g.

La brecha entre la química que es posible, aquella que se utiliza en los laboratorios y en la industria, y la que se enseña en las aulas no deja de crecer

¿Qué iniciativa de la IUPAC destacaría por su importancia para el desarrollo de la química?

Uno de nuestros proyectos más importantes es la creación de una nueva nomenclatura química para las máquinas. Gracias a ella vamos a acelerar el desarrollo y la aplicación de la inteligencia artificial en la química. Este trabajo es fundamental porque la manera en la que nombramos las sustancias hoy en día está pensada para las personas, pero no para las máquinas. Por eso hemos creado el [Identificador Químico Internacional](#) (InChI, por sus siglas en inglés). Se trata de un sistema que permite nombrar cualquier sustancia, diseñado específicamente para que los ordenadores puedan leer, interpretar e intercambiar información química de forma rápida, inequívoca y normalizada. El proyecto forma parte de una gran estrategia más amplia que estamos llevando a cabo para definir los [estándares digitales](#) que permitan que tanto los ordenadores como los robots puedan entender, compartir y ejecutar información química.

Ahora, un tema delicado. El comienzo de su mandato coincidió con la invasión rusa de Ucrania. ¿Cuál ha sido la actitud de la IUPAC en relación con el conflicto?

La [IUPAC ha condenado](#) de forma pública y enérgica la invasión de Ucrania desde el mismo día que Rusia comenzó la invasión. Desde ese momento estamos trabajando con otros organismos internacionales, especialmente con el Consejo Internacional de Ciencia, para dar a los refugiados ucranianos las oportunidades y ayudas que necesitan. Como presidente, mi obligación es mantener la organización unida y asegurar que nuestros científicos puedan llevar a cabo su trabajo con el mayor rigor y en las condiciones de seguridad necesarias.

¿Qué aspectos de la IUPAC cree que necesitan mejorar? ¿Cuáles son los principales retos internos de la institución?

Fui elegido para presidir la IUPAC el mismo año en el que celebrábamos nuestro centenario. Una de mis prioridades ha sido, precisamente, modernizar la estructura interna de la organización para hacerla más ágil y adaptada a una realidad que ha cambiado mucho. Después de un proceso de análisis y revisión que duró tres años, en junio de 2022 los países que forman parte de la IUPAC aprobaron con más del 90 por ciento de los votos el cambio que les propuse y que es el más importante en la estructura interna de la IUPAC de su historia: el comité directivo (*bureau*), que estaba formado por más de 25 personas, ha sido sustituido por un comité ejecutivo, de solo 10 miembros, que se encarga del gobierno y la administración de la IUPAC. Además, hemos creado un comité científico que nos ayuda a definir nuestra estrategia y a identificar las áreas prioritarias de trabajo. Asimismo, conseguí que se creara el comité de ética, diversidad, equidad e inclusión, que va a tener un papel muy importante en el diseño del reglamento interno, de las políticas de diversidad y de las guías éticas de la institución. Son cambios muy profundos en una organización muy grande y centenaria, pero necesarios para que podamos seguir sirviendo a la comunidad científica en un tiempo muy distinto al de la Europa que quedó tras la Primera Guerra Mundial.

Finalmente, ¿cuál es el mayor reto para la química?

Creo que el mayor reto en las próximas décadas es desacoplar el desarrollo económico del impac-

SI TE INTERESA ESTE TEMA...

Descubre [La tabla periódica](#), una recopilación de artículos publicados en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA que ofrece una visión panorámica sobre la historia y evolución de esta obra emblemática y coral



to ambiental. Se trata de un reto monumental que requiere una nueva química. Los pequeños cambios o mejoras parciales que estamos desarrollando actualmente son insuficientes. La reinención de la química de la que estoy hablando es un cambio completo de paradigma. Consiste en el paso de una ciencia y una industria de la transformación, es decir lineales, a una nueva ciencia e industria basadas en la reutilización, es decir, circulares. Para que ello sea posible, debemos diseñar las moléculas y los procesos de forma que sea más fácil recuperar y transformar los productos, tras su uso, en materia prima. En este sentido, creo que el aprendizaje automatizado y la inteligencia artificial van a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de moléculas y procesos más eficientes y sostenibles. Solo de esta forma será posible seguir creciendo sin comprometer nuestra calidad de vida y la sostenibilidad del planeta.

Para fomentar el desarrollo de esta nueva química circular ofrecemos [proyectos educativos](#), organizamos [cursos de verano](#) para expertos en sostenibilidad y concedemos [premios](#) a los investigadores que realizan los principales descubrimientos en esta área. También financiamos proyectos y organizamos [congresos](#) centrados en estas cuestiones. De hecho, tenemos un comité que trabaja exclusivamente sobre este tema.

En definitiva, en la IUPAC trabajamos para conectar, inspirar y apoyar a una nueva generación de jóvenes científicos comprometidos con la construcción de un mundo mejor. Este es el objetivo y la visión que me anima todos los días.

Entrevista realizada por **Bernardo Herradón**, investigador del Instituto de Química Orgánica General del CSIC y divulgador de la química.