



En los primeros días de octubre cientos de científicos de todo el mundo empiezan a padecer un síndrome peculiar, que podríamos denominar de Estocolmo, caracterizado por una elevada excitación, ansiedad e insomnio. Son los integrantes de ese cupo que aspira a recibir el Premio Nobel, el mayor reconocimiento que un científico puede recibir. Su fama no ha cesado de crecer desde su instauración, en 1901, y otorga a quienes lo poseen el respeto y admiración del planeta entero, incluso de quienes ignoran sus merecimientos. Otros galardones se han creado después, pero todos quedan ensombrecidos por el fulgor del Nobel. Es el más deseado, el único que recibe una especial atención mundial cada año y aquel por el que cualquier científico renunciaría a todos los demás. En el apartado de química se ha otorgado en 106 ocasiones, con 169 premios y 168 premiados, ya que uno de ellos, Frederick Sanger, lo recibió dos veces. Muchos ven en la trayectoria de estos reconocimientos un espejo fiel del devenir de la excelencia investigadora, aunque también ha sido fuente de polémicas, exclusiones e injusticias. Aun con sus deficiencias, el conjunto ofrece una vista panorámica de la evolución de la química desde los inicios del siglo XX. | Eugenia Angulo e Ignacio F. Bayo / Divulga

- El nanoscopio, Premio Nobel de Química 2014 | **PÁG. 17**
- El mejor invento de aquel inventor | **PÁG. 18**
- Un medallero dominado por Estados Unidos | **PÁG. 20**
- Un peculiar 'juego de la oca' | **PÁG. 23**



THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

El Premio Nobel como espejo de la investigación química de excelencia

El síndrome de Estocolmo



La tabla periódica de los elementos es el adorno más habitual del despacho de un químico. No solo es un hito en la historia de la disciplina, sino el cimiento que sustenta el edificio entero de la misma. Resulta por ello incomprensible que su autor, el químico ruso Dimitri Mendeleiev, no recibiera el Premio Nobel de Química, a pesar de que falleció en febrero de 1907, cuando ya se habían celebrado las primeras seis ediciones del galardón. De hecho, en 1906 había sido el candidato propuesto por el Comité Nobel. Habitualmente, el Pleno de la Real Academia Sueca de Ciencias, que es quien toma la decisión final, corrobora la propuesta, pero en esta ocasión intervino Svante Arrhenius, Nobel de Química en 1903, quien lanzó una diatriba envenenada, en venganza por las críticas que Mendeleiev había hecho a su teoría de la disolución electrolítica, y consiguió que el premio fuese para el francés Henri Moissan por un voto de diferencia. Ya no hubo otra ocasión para enmendar lo que hoy se antoja como una injusticia y un error garrafal.

No es, desde luego, el único fallo en la peripecia del Premio Nobel, el galardón más codiciado de todo el mundo, a mucha distancia de cualquier otro; pero hay que reconocer que se ha labrado esa reputación por haber sabido elegir con bastante acierto a los afortunados ganadores. Y la exigencia de mantener ese prestigio hace que cada año se cuestione la justicia de la decisión y se repita la pregunta clave: ¿hasta qué punto el Nobel es el fiel reflejo de la excelencia investigadora y de los descubrimientos clave del siglo XX y de lo que va del XXI? La mayor parte de los expertos concuerdan en afirmar que, a pesar de las muchas salvedades y excepciones que habría que hacer, es uno de los mejores trazadores del devenir de la ciencia. ¿Sirve de muestra el galardón de la última edición?

El miércoles 8 de octubre se daba a conocer el veredicto de 2014 en el apartado de Química, que premia una investigación que desde hace años sonaba en todas las quinielas: el desarrollo de la microscopía de fluorescencia de alta resolución o, lo que es lo mismo, convertir el microscopio óptico en un nanoscopio capaz de estudiar con ▶

► gran precisión objetos que antes eran inalcanzables: iluminar el nanomundo. Como viene siendo habitual, han sido tres los científicos galardonados: los estadounidenses Eric Betzig, del Instituto Médico Howard Hughes, y William E. Moerner, de la Universidad de Stanford, y el alemán (nacido en Rumanía) Stefan Hell, del Instituto Max Planck.

Esta investigación rompe frontalmente con uno de los paradigmas de la ciencia que daba por sentado que los microscopios ópticos tradicionales no podían rebasar una resolución superior a la mitad de la longitud de onda de la luz, es decir, 200 nanómetros o, dicho de otro modo, 0,2 micrómetros. Este era el límite máximo, la frontera, a partir de la cual los científicos no podían inmiscuirse en la vida íntima de las células y sus procesos

o de los materiales y sus complejas organizaciones internas. “Los premiados han logrado superar esta limitación física empleando moléculas fluorescentes, cuya característica general es que se pueden encender y apagar, lo que en inglés se llama *photoswitching* y que en español sería algo así como fotointerruptores”, explica Cristina Flors, química, investigadora del Instituto IMDEA Nanociencia y una de las pocas científicas que trabajan en España en el campo de la superresolución.

Un trabajo sin duda meritorio y justo ganador de un Nobel, pero ¿el de Química? Los tres premiados son físicos, aunque Moerner tiene doble titulación en física y química, y el tema está a caballo entre diferentes disciplinas. Según Bernardo Herradón, investigador en el Instituto de Química Orgánica General del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y prolífico divulgador, “es una investigación en la frontera con otras materias, la física en este caso, y sus aplicaciones están al servicio de la biomedicina”. De hecho, los premios Nobel de Química y Física —este último otorgado a Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura, inventores de las luces led basadas en el desarrollo de nitruro de galio— podrían haber sido fácilmente intercambiables.

Las difusas fronteras

Flors conoce personalmente a los tres ganadores en Química, sobre todo a Hell, quien hace poco la invitó a Heidelberg (Alemania) para participar en un simposio sobre lo que los químicos pueden aportar a la microscopía de superresolución. “A pesar de que es físi-



Miembros de la Real Academia Sueca de Ciencias anuncian el fallo del Nobel de Química 2014.

co, Hell está muy enfocado a la química y a los nuevos métodos para etiquetar las células con nuevas moléculas. Realmente reconoce que la química juega un papel muy importante —explica Flors—. Por eso, aunque en principio podría sorprender que se lo hayan dado en química, creo que si se analiza bien resulta comprensible”.

“Por decirlo de forma exagerada, el Premio Nobel de Química

casi nunca se lo dan a químicos. Lo que han hecho estos investigadores es un microscopio con el que se pueden hacer cosas estupendas, porque permite ver las moléculas. Pero, aunque puede producir grandes avances en la química, no es química”, dice Miguel Ángel Alario, catedrático emérito de Química Inorgánica de la Universidad Complutense de Madrid. Y Luis Oro, catedrático de la misma materia en la Universidad de Zaragoza, coincide: “El premio de química creo que tiene una excesiva deriva hacia la biología o la medicina y, en ocasiones, a la física. Pienso que la química central no está debidamente tratada”.

El año pasado ocurrió algo parecido. Se distinguió al químico teórico Martin Karplus, al físico Michael Levitt y al físico-químico Arieh Warshel por el desarrollo de modelos multiescala de sistemas químicos complejos. “Se lo dieron a tres químicos computacionales por resolver problemas que tienen que ver más con la biología que con la química. Esto también está reflejando de alguna manera hacia dónde va la investigación actual en nuestra área”, dice Herradón.

Y en 2012 se premió a los médicos estadounidenses Brian Kobilka y Robert Lefkowitz por sus estudios sobre los receptores aco-

«Los premiados de 2014 han logrado superar las limitaciones físicas de los microscopios ópticos empleando moléculas fluorescentes, que se pueden encender y apagar»

Cristina Flors, química e investigadora del Instituto IMDEA Nanociencia.

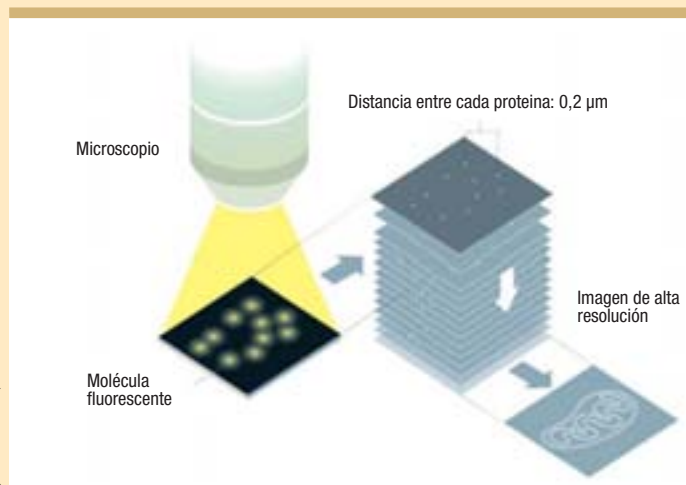
El nanoscopio, Premio Nobel de Química 2014

En 1997, William E. Moerner descubrió que se podía controlar el proceso de encendido y apagado de ciertas proteínas fluorescentes que ya existían. Luego, a partir del año 2002, se han ido obteniendo las moléculas especiales que, combinadas con la óptica, han acabado de dar el espaldarazo a estas técnicas. Este motivo quizás explique que haya sido merecedor del Premio Nobel de Química y no del de Física, disciplina en la que, en principio, hubiera podido entrar por derecho propio.

solo quedan emitiendo las moléculas de dentro del donut. Así consigues que el foco en el microscopio sea más pequeño”, explica Cristina Flors, química e investigadora del Instituto IMDEA Nanociencia.

El otro tipo de técnica fue desarrollada por separado por Eric Betzig y Moerner y está basada en la detección de moléculas individuales o PALM (*Photo-Activated Localization Microscopy*). “En este caso también necesitas que se enciendan y se apaguen, pero a otra escala de tiempo. Con eso consigues separar la emisión de los fluoróforos en una muestra a diferentes tiempos, de manera que moléculas individuales vayan emitiendo individualmente”, añade Flors. El experimento sería como rodar una película con miles de fotogramas, en cada uno de los cuales hay moléculas distintas que están encendidas, emitiendo fluorescencia. Después, se superponen las distintas imágenes obtenidas consiguiendo una resolución de nanómetros.

Con estas técnicas se están viendo nuevas estructuras que hacen repensar teorías hasta ahora establecidas. Uno de los ejemplos clásicos es cómo se comunican las neuronas entre sí: se ha descubierto una estructura en los axones nunca vista antes, que muestra cómo ciertas proteínas importantes están organizadas. A partir de ahí, los neurólogos están reinterpretando las teorías existentes sobre comunicación neuronal. Ocurre igual en el campo de la microbiología, por ejemplo, con las proteínas responsables de la organización del cromosoma y otros componentes en bacterias. También hay grupos estudiando con mucha más precisión la dinámica y la estructura del ensamblaje de las fibras amiloides, responsables de algunas enfermedades neurodegenerativas como el párkinson o el alzhéimer, o cómo se comportan las células cancerígenas a escala nanométrica. “Realmente, estas técnicas son aplicables a cualquier proceso biológico en cualquier campo de la biología”, responde Flors a la sempiterna pregunta de la aplicabilidad de las investigaciones. **QEI**



Principio del microscopio de molécula única.

En realidad, el Comité Nobel ha premiado dos principios distintos. El primero es el desarrollado por Stefan Hell, alemán nacido en Rumanía. Su principio “necesita poder desactivar la fluorescencia muy eficientemente con un láser en un proceso que se llama emisión estimulada: irradian con un láser con forma de donut y provocas que se apaguen las moléculas de la periferia y

plados a la proteína G. Como explicó Lefkowitz en la rueda de prensa telefónica posterior al anuncio del galardón, estos receptores “son la puerta de entrada a las células para muchas hormonas y neurotransmisores distintos; regulan casi todos los procesos fisiológicos conocidos”, lo cual explica la gran variedad de fármacos que intervienen a través de estos receptores, como los betabloqueantes para la hipertensión, los antihistamínicos para las alergias y los fármacos que actúan sobre la dopamina y la serotonina para el párkinson y las depresiones.

“Hubo un poco de polémica: la gente se preguntaba por qué no les habían dado el Nobel de Medicina. A mí me parece que este es un problema actual de la química porque, aunque Lefkowitz y Kobilka sean médicos, ambos utilizan cristalografía de rayos X—Kobilka especialmente, que en cierto modo es un discípulo de Bragg—. Es un premio a la cristalografía química. Encuentran relaciones entre la estructura y estudian cómo están ordenados los átomos en la molécula y su interacción con moléculas más pequeñas, como la adrenalina. Para mí eso es química. ¿Que podían haberlo recibido también en medicina? Posiblemente”, admite Herradón.

Lo mismo ocurre con el Nobel que en 2009 coronó los estudios

sobre la estructura y función de los ribosomas, otra investigación con un pie en el campo de la biomedicina y con aplicaciones fundamentales, ya que el conocimiento de los mecanismos implicados en la síntesis de proteínas que realizan los ribosomas es esencial para el desarrollo de nuevos antibióticos. Los galardonados fueron el biólogo Venkatraman Ramakrishnan, el químico Thomas A. Steitz y la cristalógrafa Ada E. Yonath.

“Un profesor me decía que los años sesenta, cuando al químico Har Gobind Khorana le concedieron el Nobel de Medicina por descifrar el código genético en 1968, era la época de unirse a la química, cuando el Nobel de Medicina se lo daban a los químicos y no como ahora, que el de Química se lo dan a los médicos”, comenta con sentido del humor Herradón. “Pero ahora es apabullante. Si nos ponemos estrictos, en los últimos veinte años ¿cuántos premios se han dado que podamos considerar cien por cien química pura? Muy pocos. Cada vez son más las áreas que están relacionadas con la biomedicina”, añade.

“Sí, a veces no sabes si el Nobel es de Medicina o de Química, porque las fronteras están difusas. Y eso está bien, yo soy partidario—coincide Miguel Ángel Alario, que fue presidente de la Real ▶

► Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales entre los años 2009 y 2012—. Entre la física y la química hay una zona común amplia. Se suele decir que la biología está fuera de los Nobel, y lo está porque cuando se crearon estos premios la biología era zoología y botánica. Ahora los biólogos *pescan* en ambos campos, en el de la medicina y también en el de la química. Además, algunas disciplinas han crecido mucho, como la genética, y eso se nota”, continúa.

Para Luis Oro, “una de las cosas más importantes que se ha producido en las últimas décadas es la confluencia entre la química y las ciencias de la vida. Pero, dicho eso, creo que los Nobel están demasiado volcados en esta zona de confluencia”. Incluso cuenta que en cierta ocasión un premiado en Química le manifestó su decepción porque esperaba obtenerlo en Medicina: Oro le recordó que podría haberlo rechazado.

En la encrucijada

Esta especie de ósmosis también se producía en los primeros tiempos de estos galardones, cuando la zona conflictiva residía en la frontera con la física. “Era la época en la que primaba el mundo del átomo y las radiaciones y muchos premios de Física podían haber sido de Química y viceversa”, dice Félix García Ochoa, catedrático de Ingeniería Química en la Universidad Complutense de Madrid. “Y es que para muchos científicos la química no existe, es la transición entre la física y la biología”. Pero también puede decirse que ese carácter de encrucijada es precisamente el que otorga mayor valor a la disciplina.

Según Herradón, hasta la década de los cuarenta los premios responden a investigaciones en áreas clásicas de la química —orgánica, inorgánica, química física y analítica—, pero para Nazario Martín, director adjunto del Instituto IMDEA Nanociencia y catedrático de Química Orgánica de la Universidad Complutense de Madrid, es precisamente en esa época cuando ocurre una “ebullición de muchos aspectos de la química, ni mucho menos clásicos. Es el caso de los Nobel de Física de 1908 y de Química de 1911 a Marie Curie por el descubrimiento de elementos radiactivos. No creo que la radiactividad deba enmarcarse en un aspecto clásico de la química. También están los experimentos de Ernest Rutherford, reconocido en la categoría de Química en 1908. Sus estudios no eran química pura, estaban más bien en la frontera con la física”, explica.

Premios indiscutibles

“Los Nobel son indiscutibles en ciencia, polémicos respecto a la paz y misteriosos en literatura”, escribió el periodista y escritor argentino Tomás Eloy Martínez, en el diario *El País* hace unos años. Y, ciertamente, hay casi unanimidad en que los premiados en ciencia están plenamente justificados. Pero más que las personas, y aunque sean ellas quienes aparezcan como triunfadores, se premian los temas y ahí surgen también discrepancias. Algunos descubrimientos pueden haber trascendido más que otros a la hora de encontrar sus aplicaciones.

Independientemente del cambio de tendencias que haya podido seguir la Academia Sueca a la hora de seleccionar las áreas relevantes que cada año deben ser premiadas, ciertas investigaciones han trascendido el premio para llegar a cambiar el mundo. Literalmente. Y aunque la aseveración de incuestionabilidad no es tal a medida que uno se adentra en el mundo científico, las consecuencias de ciertas investigaciones sí lo son.

El mejor invento de aquel inventor

Químico autodidacta, inventor, literato aficionado, viajero empedernido, empresario y filántropo, Alfred Nobel (Estocolmo, Suecia, 1833; San Remo, Italia, 1896) fue uno de los personajes más populares de la segunda mitad del siglo XIX. Gracias a sus inventos, la mayor parte de ellos de índole química, y a su explotación industrial acumuló una de las mayores fortunas de la época.

La nitroglicerina, descubierta por el italiano Ascanio Sobrero, fue la principal protagonista de su vida investigadora al conseguir eliminar los problemas de seguridad que presentaba y mejorar su eficacia con diferentes tratamientos, siendo la dinamita su hallazgo más conocido. La aparición de este explosivo resultó trascendental en el ámbito bélico, pero también en las grandes obras públicas. Para explotar industrialmente el producto creó numerosas empresas por toda Europa y América. Su vida fue un constante vagabundeo entre sus laboratorios y compañías y nunca tuvo un domicilio fijo claramente determinado, aunque tenía casa en Estocolmo, París y San Remo.

Pero la fortuna que le acompañó en el laboratorio y en los negocios le fue esquiva en la salud y en el amor. Desde su infancia sufrió alteraciones digestivas, migrañas y depresiones, y en sus últimos años tuvo problemas cardíacos, que le llevaron a su temprana muerte, recién cumplidos los 63 años. En

Para Nazario Martín, uno de esos galardones indiscutibles es el que en 1918 se entregó a Fritz Haber por la síntesis de amoníaco a partir de sus elementos. “Es uno de los premios más importantes, mejor dados y con mayor impacto social. La síntesis Haber-Bosch cambió el panorama a nivel mundial y social en lo que respecta a poder alimentar a una población creciente”, opina del gran paso de

«Si nos ponemos estrictos, en los últimos veinte años ¿cuántos premios se han dado que podamos considerar cien por cien química pura? Muy pocos. Cada vez son más las áreas relacionadas con la biomedicina»

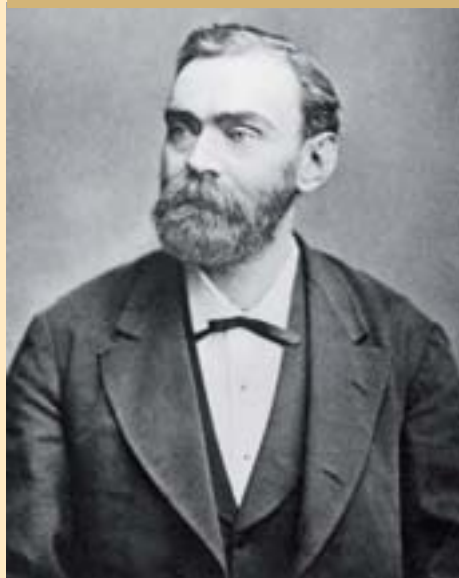
Bernardo Herradón, investigador en el Instituto de Química Orgánica General del CSIC.

los fertilizantes. Y destaca un caso curioso reciente relacionado. En 2007, Gerhard Ertl recibió el Nobel de Química en solitario. Aunque fue pionero en la química de superficies, el campo de aplicación de sus investigaciones es tan amplio que el jurado no pudo des-

cuanto a sus relaciones con las mujeres, fueron escasas y frustrantes. Tras algún devaneo juvenil, se enamoró de su secretaria, la austriaca Bertha Kinsky, pero ella prefirió casarse con el conde Arthur von Suttner. Pese al desengaño, mantuvo toda su vida una intensa relación intelectual y de amistad con ella. Posteriormente, Nobel mantuvo un largo vínculo con una joven llamada Sofie Hess, más interesada en su dinero que en su persona, lo que acabó convirtiéndole en un misógino.

En total, Alfred Nobel registró 355 patentes, pero el último y mayor invento de aquel inventor, el que terminó dándole fama universal y hace que su apellido siga apareciendo con profusión cada año en todos los medios de comunicación de los cinco continentes, nunca fue patentado. Los Premios Nobel fueron concebidos a lo largo de muchos años, fruto de las conversaciones con Bertha von Suttner, convertida en una ferviente activista contra la guerra, autora de un libro de éxito, *Abajo los brazos*, y organizadora de numerosas actividades antibelicistas. Por todo ello, en 1905 acabó recibiendo el premio que ella misma ayudó a instaurar,

THE NOBEL FOUNDATION



El investigador y filántropo Alfred Nobel.

el Nobel de la Paz. El antecedente del galardón fue el Premio Letterstedt, que otorgaba la Real Academia Sueca de Ciencias por trabajos en arte, literatura, ciencia o inventiva, y que Alfred Nobel

recibió, junto con su padre, en 1868. En el segundo testamento del inventor de la dinamita, fechado en 1893, aparece ya la idea de crear los premios, aunque la fórmula definitiva quedó redactada en el tercero, registrado en diciembre de 1895, y en ella se instituían los cinco galardones bien conocidos: Física, Química, Medicina o Fisiología, Literatura y Paz.

Pese a todo, sus familiares intentaron revocar la última voluntad del químico al ver que su fortuna se les escapaba de las manos. El asunto cobró notoriedad pública, generó polémicas en los medios de comunicación e incluso el rey de Suecia, Óscar II, se pronunció a favor de anular el testamento por anti-patriota —al no estar restringidos los premios a ciudadanos nórdicos—. El tesón del albacea testamentario, el ingeniero químico Ragnar Solhman, con quien Nobel mantuvo una intensa amistad durante sus últimos años, logró ir venciendo las resistencias y los familiares acabaron firmando los acuerdos para la creación de la Fundación Nobel. El 10 de diciembre de 1901, el día en que se cumplían cinco años del fallecimiento del inventor, se entregaron los primeros Premios Nobel. El acto tuvo mucha resonancia internacional, y la fama de estos reconocimientos no paró de crecer año tras año. Contra la original opinión de Óscar II, hoy es uno de los símbolos de mayor prestigio de Suecia.

QEI

tabar ningún logro en concreto, sino que más bien recompensó toda una carrera y el haber desarrollado un nuevo campo de acción para futuros investigadores: “Por sus estudios de los procesos químicos en superficies sólidas”, fue la fórmula que empleó el comité para justificar su decisión.

En muchos casos, los suecos se han dado cuenta inmediatamente de la importancia de un descubrimiento; en otros, han tardado más. Algunos temas y numerosos investigadores han quedado fuera, en ocasiones por este retraso y en otras porque no caben todas las grandes aportaciones. Al fin y al cabo solo ha habido 106 ediciones de Química —de 1901 a 2014, con ocho años desiertos, sobre todo debido a las dos guerras mundiales—. El problema es que alguno de los marginados quizás lo mereció más que otros que sí lo alcanzaron.

Expulsados del paraíso

“El mundo está lleno de gente que merece el Premio Nobel pero que nunca lo conseguirá”, afirmó en cierta ocasión el sueco Arne Tiselius, laureado en la categoría de Química en 1948 por sus trabajos sobre la electroforesis y el análisis de absorción. A veces investigaciones banales han sido agraciadas con el premio frente a otras de mayor relevancia que no lo lograron. Las causas pueden ser múltiples, desde cuestiones geopolíticas a presiones directas e incluso al simple azar. Con los años se han ido formando *lob-*

ARCHIVE OF THE MAX PLANCK SOCIETY



Fritz Haber, Nobel de Química en 1918.

bies que intentan, y con frecuencia consiguen, influir en el proceso.

En ese sentido opina Nazario Martín: “Para recibir un Nobel la condición *sine qua non* es haber hecho una contribución de calidad a la ciencia. Pero tan importante como eso es crear después un grupo de presión que haga el *marketing* suficiente para poner de manifiesto la calidad de esa aportación. Aquí en España estamos muy lejos de poder conseguir esos *lobbies*. De hecho, si alguna vez un español recibe el Nobel probablemente no será en solitario sino dentro de un *lobby* establecido por investigadores de otros países que sí saben crearlos y que tienen más presencia en el ámbito de la ciencia a nivel mundial”.

Estar en un mundillo de *nobel*es significa que tienes muchas más probabilidades de que te conozcan, te traten, te aprecien, te orienten y te nominen. Es un círculo en el que se produce una retroalimentación importante, y los centros y universidades que ▶

► han obtenido más galardones tienen más posibilidades de seguir incrementando su nómina. Algunos nombres se repiten con una enorme frecuencia, como las universidades de Harvard, Stanford y Yale, el Instituto Médico Howard Hughes, el Instituto Max Planck...

Estas entidades, además, tienen claro que el prestigio que conceden los premios Nobel es su mejor garantía de continuidad y buscan la excelencia de forma decidida. Muchos

THE EDGAR FAHS SMITH MEMORIAL COLLECTION



El ruso Dimitri Mendeleiev, creador de la tabla periódica, no fue reconocido con el Premio Nobel.

buenos investigadores son excluidos porque no alcanzan el nivel de excelencia que exigen; es un listón muy alto. Sus investigadores son muy conscientes de que deben escoger problemas que sean susceptibles de lograr el galardón y mostrar cualidades suficientes para conseguir el objetivo. Instituciones como el Instituto Tecnológico de Massachusetts, el MIT, son famosas por destrozarse a sus doctorandos con investigaciones punteras pero extremadamente difíciles, que hacen que durante varios años quizás no publiquen nada, incluso que se vayan de ahí sin ningún *paper* bajo el brazo. Claro que, si finalmente son capaces de resolver el galimatías, pueden llegar a ganar un Nobel.

Es justo recordar, aunque solo sea nombrándolos, a algunos de estos olvidados: Tolstoi, en Literatura; Gandhi, en el de la Paz; Meitner y Slater, en Física; Avery y Moncada, en Medicina, y Mendeleiev, Lewis, Eyring, Ingold, Heitler, London y Carothers, entre otros muchos, en Química.

Cada año, cuando empiezan a hacerse las quinielas, los mismos nombres repican como campanas: George M. Whitesides, Gabor A.

Un medallero dominado por Estados Unidos

A nadie sorprende que cada año, al anunciarse los nombres de los científicos galardonados con el Premio Nobel, la nacionalidad predominante sea la estadounidense. Es obvio que el gigante norteamericano encabeza cualquier clasificación relacionada con la investigación; es el que más dinero dedica a I+D, el que posee los principales centros investigadores y las universidades más prestigiosas; el que mantiene el mayor número de científicos, y el que de manera más sistemática y eficaz estimula la excelencia en la búsqueda del conocimiento. Pero no siempre ha sido así. El análisis de la distribución por países de los ganadores del Nobel de Química muestra de forma palmaria cómo ha evolucionado con el tiempo la geografía del galardón, que es como decir la geografía de la química.

Los datos hablan por sí solos: dividiendo la historia del Nobel en tres etapas, de 1901 a 1940, de 1941 a 1980 y de 1981 a 2014, se aprecia de modo nítido que el continente europeo dominaba sobradamente en el primer periodo. Durante el segundo, el epicentro de la investigación se desplazó de Europa a América como una de las consecuencias de la migración de cerebros europeos tras el final de la II Guerra Mundial, y durante el tercero la distancia entre Estados Unidos y los antiguos líderes se acrecienta de forma notable. La diferencia es tan abismal que cabe preguntarse si está plenamente justificada. “Creo que este predominio tan notorio encierra cierta parte de injusticia, porque se están dejando de lado a algunos europeos de muy alto nivel. Hay casos muy llamativos, como el premio otorgado a la hidrogenación asimétrica, en el que había un francés, Henri Kagan, que para mí ha sido uno de los pioneros en el tema y no se lo dieron. Y esa sensación no es solo mía”, dice Luis Oro, catedrático de Química Inorgánica en la Universidad de Zaragoza.

Fuera de la rivalidad euroamericana, en el último periodo destaca poderosamente el ascenso de dos países asiáticos: Japón, que ocupa la segunda plaza de la clasificación, y después Israel, que ocupa el tercer peldaño. Este último caso es especialmente llamativo, ya que el primer galardón israelí data de 2004 y desde entonces ya acumula seis. En estos años, ambos superan ya a las antiguas grandes potencias, Alemania y Reino Unido. También cabe destacar la aparición de naciones de otros continentes, Egipto por parte de África, y Nueva Zelanda por Oceanía.

qei

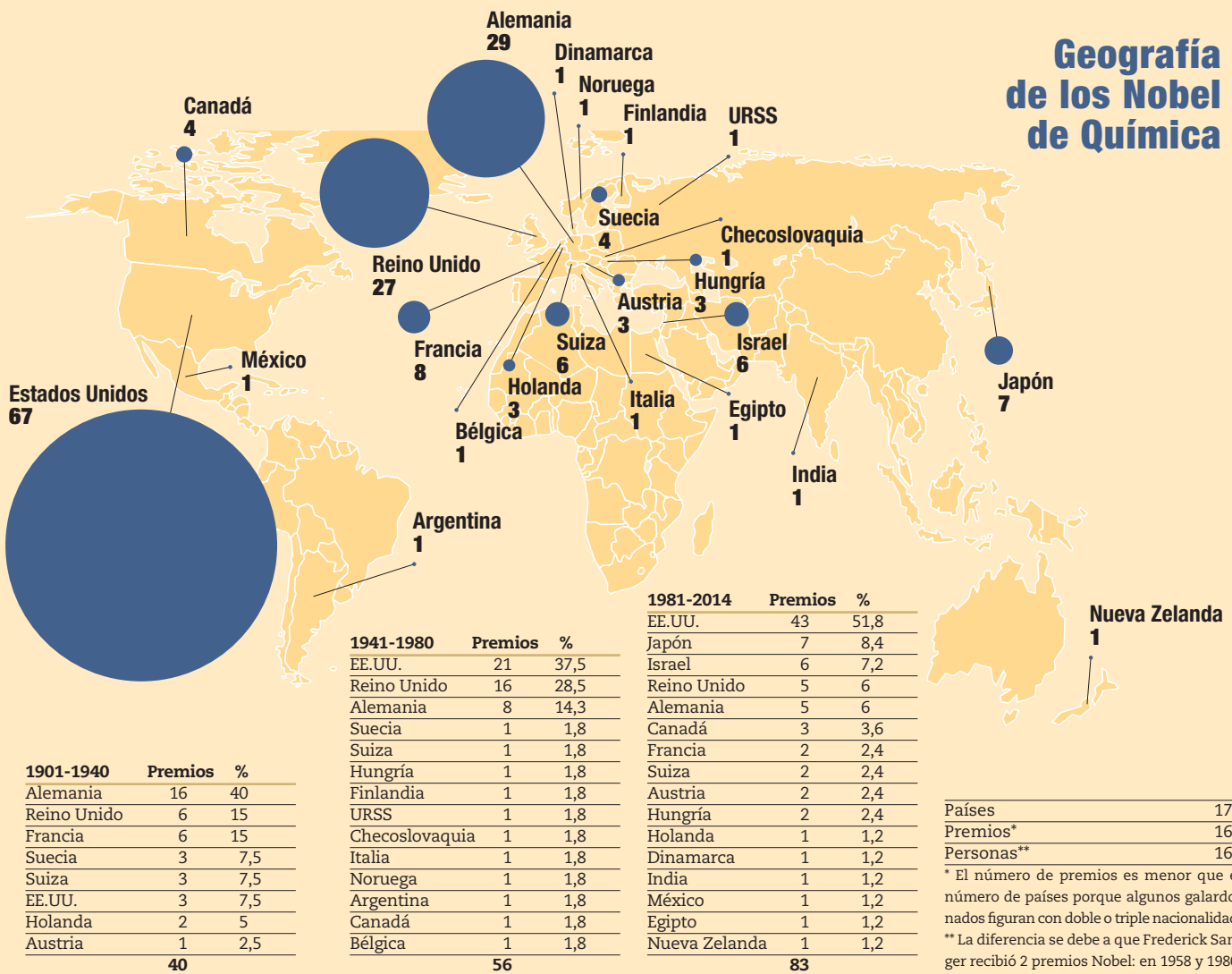
«No me gustaría estar en las comisiones del Nobel porque debe de ser muy duro seleccionar tres candidatos y dejar a un cuarto fuera que tenía todo el derecho a obtener el premio»

Nazarío Martín, director adjunto del Instituto IMDEA Nanociencia y catedrático de Química Orgánica de la Universidad Complutense de Madrid.

Somorjai... “Cuando le dieron a Ertl el premio, la gente se preguntó por qué no lo compartió con Whitesides o con Somorjai, a quien al año siguiente le otorgaron el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento”, comenta Herradón. Whitesides, profesor en Harvard y antes en el MIT, fue pionero

en muchísimas áreas: química de superficies, reconocimiento molecular, nanolitografía, nanociencia, biocatálisis, química orgánica sintética... Según este experto del CISC, “quizás le pueda perjudicar que ha trabajado en tantos temas que es difícil decidir por cuál premiarle. Además, ya tiene setenta años y se le va pasando la edad. Hay grandes profesores que no se jubilan porque piensan que van a ganar el Nobel. Decían que uno que tuve en Stanford, de noventa años, no se jubilaba porque se lo podían conceder en cualquier momento”.

Geografía de los Nobel de Química



Una de las razones por la que muchos se quedan fuera es el límite de tres galardonados como máximo en cada edición. Un tope que no estableció Alfred Nobel en su testamento, sino que se añadió posteriormente a los estatutos. En la actualidad, cuando la ciencia es, de forma evidente y creciente, una tarea colectiva, esta norma empieza a parecer enormemente injusta. Lo mismo ocurre con el hecho de que no se conceda a instituciones, al contrario que en el Nobel de la Paz. Por ejemplo, muchos opinan que la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) debió compartir el Nobel de Física 2013 por el descubrimiento del bosón de Higgs.

“A mí no me gustaría estar en sus comisiones porque debe de ser muy duro tener que seleccionar tres y dejar a un cuarto fuera. Yo he conocido a algunos que se han quedado fuera y que tenían todo el derecho a obtener el premio, por ejemplo, Wolfgang Krätschmer y el propio Donald Huffman, que son los que prepararon fullerenos en cantidades multigramo a partir de grafito, abriendo así el mundo de los fullerenos a la modificación química. Y, sin embargo, Krätschmer nunca recibió el Nobel. En una conversación en privado que tuve con él pude observar que esta situación produce unas mellas muy profundas en la persona. Estar en esa comisión debe de ser muy difícil. A veces se ve claro pero otras hay muchas dudas muy razonables”, opina Martín.

Para Alario, la química de estado sólido es un campo que la Academia ha olvidado habitualmente. “Es un área que se queda fuera de los premios con frecuencia, cuando, curiosamente, en física del estado sólido hay muchos premiados. Por ejemplo, el Nobel de Física de este año es por haber desarrollado un material, el nitruro de galio, y podría haber sido el Nobel de Química perfectamente”. Dentro de esta discriminación, lamenta sobremanera el caso de John B. Goodenough, un investigador muy reconocido que inventó la batería de litio, un avance tan espectacular que casi todos los ciudadanos del mundo llevamos hoy en el bolsillo al menos una de es-

«La química de estado sólido es un área que se queda fuera de los premios habitualmente, cuando, curiosamente, en física del estado sólido hay muchos premiados»

Miguel Ángel Alario, catedrático emérito de Química Inorgánica de la Universidad Complutense de Madrid.

► tas baterías. “Ya tiene noventa años, se le ha nominado muchas veces, pero no ha ganado. Para mí es un ejemplo de evidente injusticia”.

Por su parte, Félix García Ochoa reivindica que la Academia Sueca tenga más presentes las aplicaciones y la ingeniería química. “Prácticamente en nuestra especialidad no hay ningún Nobel ni es previsible que lo haya. Está más dedicado a la ciencia pura, a los avances significativos, y lo entiendo, porque los grandes avances teóricos tienen más relevancia a la hora de cambiar la concepción del mundo. Muchos de ellos luego tienen aplicaciones importantes en la vida cotidiana. Otra cosa es la justicia o no de esos premios”.

Entre los científicos que recibieron el Nobel cuando ya ni se planteaban que se lo darían, podría citarse a Bruce Merrifield, inventor de los métodos modernos de síntesis química de péptidos, y que fue galardonado en 1984 cuando ya estaban prácticamente tratando de echarle de la universidad donde trabajaba, The Rockefeller University (EE.UU.).

¿Hay vida después de un Nobel?

Refiriéndose a los beneficios de su Premio Nobel de Química, conseguido en 1985, Jerome Karle destacaba la “oportunidad de contactar con gente joven a un nivel sin precedentes, jóvenes con muchas ganas de desarrollar una carrera en ciencia y en otras actividades artísticas e intelectuales”, según recoge István Hargittai, de la Academia de Ciencias Húngara en su libro *The road to Stockholm. Nobel prizes, science and scientists*. Para Herbert Brown, sin embargo, su Nobel en 1979 significó liberarle de sacar la basura, al menos por un tiempo, si uno hace caso de la conversación que tuvo con Hargittai en el libro *Candid science: conversations with famous chemists*.

“Cuando uno recibe el Nobel se puede dedicar a lo que quiera. Hay algunos que los recibieron muy jóvenes y luego no hicieron nada más en su vida y otros que trabajaron como leones y con el prestigio del premio montaron algo grande. En el primer caso estaría, según destaca Herradón, “Johannes Georg Bednorz, que recibió el Premio Nobel de Física junto con Karl Alexander Müller por el

CHRISTIE S

ANITA CORBIN & JOHN O'GRADY



SMITHSONIAN INSTITUTION

IUBM & FEBS CONGRESS SEVILLE 2012

De izquierda a derecha y de arriba abajo: Marie Curie, su hija Irene Joliot-Curie, Dorothy Crowfoot-Hodgkin y Ada E. Yonath.

descubrimiento de los superconductores a alta temperatura y que se dio con muy poca diferencia de tiempo. ¿Ha hecho Bednorz algo después? Nada, tenía unos treinta años. El caso contrario es el de William Lawrence Bragg, que gana el de Física con veinticinco años y comienza a trabajar cada vez más, hasta convertirse en el padre de la cristalografía a nivel mundial”.

Otra notable excepción es Frederick Sanger, quien falleció recientemente en Cambridge (Reino Unido) y que después de recibir su primer Nobel de Química en 1958 continuó su trabajo sin ninguna interrupción en el Laboratorio de Biología Molecular MRC, en Cambridge, hasta conseguir en 1980 su segundo Premio Nobel de Química; y aún continuó sus experimentos hasta su jubilación, tres años después. Según cuenta Hargittai en su mencionado *The road to Stockholm. Nobel prizes, science and scientists*, la última tarde de trabajo Sanger seguía en su lugar de

trabajo enfrascado en algún experimento. A la mañana siguiente el laboratorio estaba vacío.

El sexismo de los Nobel

En 1944 el químico alemán Otto Hahn ganó el Nobel de Química por el descubrimiento de la fisión de núcleos pesados. No hizo ninguna referencia a la física Lise Meitner, con quien colaboró durante más de treinta años y quien, por supuesto, no obtuvo el premio. “Históricamente y hasta hace cuatro días, las mujeres han estado relegadas a un segundo plano en ciencia. El caso de Meitner es uno de los más significativos, tenía que haber estado pero se dice que influyeron las presiones de los nazis. Estos estaban en contra de que científicos alemanes aceptaran el Nobel, pero si encima eras judía y mujer...”, argumenta Herradón.

Desde 1901, solo cuatro mujeres se han hecho con el galardón: Marie Curie, en 1911; su hija Irene Joliot-Curie, en 1935; Dorothy Crowfoot-Hodgkin, en 1964, y Ada E. Yonath, en 2009. Cuatro premiadas en 106 ediciones. Y resulta curioso ver las áreas en las que estas mujeres han conseguido destacar: radiactividad y cristalografía, exclusivamente.

«Prácticamente no hay ningún Nobel para la ingeniería química ni es previsible que lo haya. Los galardones están más dedicados a la ciencia pura; otra cosa es la justicia o no de esos premios»

Félix García Ochoa, catedrático de Ingeniería Química en la Universidad Complutense de Madrid.

Un peculiar ‘juego de la oca’

El camino que lleva a la gloria del Premio Nobel es tortuoso. Como un *juego de la oca* maquiavélico, el recorrido está jalonado de trampas y dificultades; tantas que miles y miles de científicos que inician el camino acaban sucumbiendo. Superar todos los avatares está reservado a muy pocos; para ser más precisos, en las 106 ediciones que ha habido hasta ahora desde 1901 hasta 2014 —no se entregó en 8 años— tan solo 168 personas de 24 países diferentes se han llevado el gato al agua en la categoría de Química —169 premios en total, ya que Frederick Sanger lo recibió dos veces, en 1958 y 1980—.

Para empezar, como es obvio, los candidatos tienen que haber realizado alguna aportación extraordinaria al conocimiento de la disciplina. Esta es una restricción que deja fuera a decenas de miles de investigadores. Aun así, muchos de los que han realizado un trabajo esencial no verán recompensado su esfuerzo. Cada año hay decenas de aspirantes y solo un máximo de tres consiguen su objetivo. El primer paso es conseguir ser nominado. Es algo crucial porque si no hay nominación no hay premio. De acuerdo con los estatutos de la Fundación Nobel, y en el caso de las distinciones de Física y Química, pueden nominar los miembros de la Real Academia Sueca de Ciencias, los de los comités Nobel, los profesores de física y química de las universidades escandinavas, los premiados en ediciones anteriores y los profesores de física y química de otras universidades de todo el mundo invitados expresamente a ello cada año. El plazo para el envío de candidaturas termina el 31 de enero, y las que se reciben más tarde pasan a engrosar la lista del año siguiente.

En España, muchos profesores han sido invitados a postular candidatos. “La gente de la Academia Sueca busca a quienes más publican y les seleccionan. A mí llevan mucho tiempo invitándome de forma regular, una vez cada dos años, y me siento orgulloso de haber propuesto a Harold Kroto y a Mario Molina, aunque sin duda no sería el único. Te mandan una carta con papel oficial de

la Fundación Nobel y te indican las condiciones: que la nominación sea secreta y la obligación de justificarla adecuadamente”, dice Miguel Ángel Alario, catedrático emérito de Química Inorgánica de la Universidad Complutense de Madrid. También Luis Oro, catedrático de Química Inorgánica en la Universidad de Zaragoza, recibe con regularidad la invitación. “Algunas veces he acertado. Una de las propuestas que hice dos veces, y que al final salió, fue la del premio a Schrock y Grubbs, en 2005, por las reacciones de metátesis”, recuerda.

En las primeras décadas del siglo XX escaseaban las nominaciones, y este primer trámite debió dejar fuera a muchos firmes candidatos por sus merecimientos. Antes de la II Guerra Mundial, las nominaciones en Química recibidas cada año rara vez pasaban de 20. El número se disparó durante los años cincuenta y sesenta, hasta llegar a cerca de 200. Se acercó a 300 en los ochenta y supera todos los años esa barrera desde los noventa. Normalmente, tras una primera selección, sigue quedando en torno a un centenar de pretendientes. Empieza entonces un largo proceso cuyo peso principal recae en los integrantes de cada Comité Nobel. El de Química consta de cinco miembros, elegidos entre los especialistas de la Real Academia Sueca de Ciencias, y su trabajo consiste en estudiar detenidamente los méritos de cada una de las candidaturas seleccionadas.

Dada la complejidad de la ciencia, no siempre los temas son fáciles de entender y valorar, por ello suelen consultar a asesores externos. Tras las sucesivas cribas, queda un número variable de candidaturas, cada una de ellas avalada por un extenso informe. La decisión final queda en manos del Pleno de la Academia, compuesto por 350 personas que, tras escuchar y leer los informes, se congregan el mismo día en que se da a conocer el fallo, en fecha y hora conocida con meses de antelación. Esto evita que haya filtraciones, para lo cual, en la actualidad, los miembros deben depositar sus teléfonos móviles antes de entrar a la reunión.

QEI



Justo en 2014 se ha celebrado el Año Internacional de la Cristalografía, un campo en el que sigue sobresaliendo el sexo femenino. Dorothy Crowfoot-Hodgkin se convirtió en una de las pioneras en la determinación de la estructura tridimensional de sustancias con interés bioquímico, como la insulina, el colesterol, la penicilina o la vitamina B12. Puede decirse que su trabajo lo continuó varios años después la cristalógrafa israelí Ada E. Yonath, quien obtuvo el preciado galardón por la determinación de la estructura del ribosoma.

Y si Crowfoot-Hodgkin es la cara, Rosalind Franklin es, inevitablemente, la cruz. En 1962 James Watson, Francis Crick y Maurice Wilkins recibieron el Nobel de Medicina por la determinación de

la estructura tridimensional de la molécula de la vida, el ADN, otra investigación en la frontera entre la química y la medicina. Pero este descubrimiento habría sido imposible sin los trabajos experimentales de Franklin, cuya foto de la molécula permitió a los anteriores resolver la estructura. Es cierto que Franklin falleció cuatro años antes de la concesión del premio y uno de los requisitos impuestos por Alfred Nobel es que se distinguiera a científicos vivos. Pero, en opinión de Herradón, “aunque hubiera estado viva, apuesto a que tampoco se lo hubieran dado. Sus circunstancias también resultaban bastante peculiares: era la becaria asignada a Wilkins y, claro, a veces se premia el jefe y no al que ha tenido la idea. Fue una gran injusticia; por desgracia la vida fue aún más injusta”.

▶ Otra cruz la carga la cristalógrafa Isabel Karle, esposa de Jerome Karle, fallecido recientemente. Junto a Herbert A. Hauptman, Karle recibió el premio en 1985 por desarrollar métodos directos para resolver estructuras, pero “Isabel tenía que haber compartido el premio, porque lo que ellos hacían teórica o matemáticamente, ella lo llevaba a la práctica y lo resolvía experimentalmente”, según Herradón. Este es un ejemplo interesante porque, aun siendo Hauptman el doctorando de Karle, ambos compartieron el premio: Hauptman era matemático —uno de los pocos matemáticos que ha ganado el Nobel de Química— y Karle, químico, de manera que el trabajo de los dos se complementaba a la perfección.

Entre el Nobel a Crowfoot-Hodgkin y el de Yonath tuvieron que pasar 45 años, y desde 2009 ninguna otra mujer ha logrado el galardón. Aunque hay algunas candidatas cuyos nombres suenan cada vez con mayor fuerza para entrar en este Olimpo de los científicos. Entre ellas destacan Carolyn Bertozzi, que trabaja en la Universidad de California en Berkeley y se ha convertido en pionera de la investigación de procesos biológicos mediante el envío de unos reactivos particulares que reaccionan dentro de la célula; Barbara Imperiali, del MIT, por sus trabajos sobre la interacción entre proteínas y carbohidratos, y Jackeline Barton, del prestigioso Caltech (Instituto Tecnológico de California, EE.UU.), que se dedica al estudio de las estructuras y propiedades de ácidos nucleicos. Por supuesto, químicas que trabajan en la frontera.

En busca de un Nobel de Química español

Al repasar la nómina de científicos españoles que pudieron o pueden estar cerca de alzarse con el Nobel de Química, los expertos consultados no encuentran muchos nombres. Unos estuvieron alguna vez en las cercanías del premio, en ocasiones como científicos reconocidos internacionalmente de investigaciones premiadas, que podrían haber estado en la terna, sobre todo si se eliminase el límite de tres premiados como máximo.

“Yo no me he sentido nunca con posibilidades de recibir el premio”, dice Margarita Salas, reconocida investigadora, actualmente emérita, del Centro de Biología Molecular. “En su momento se habló de Antonio García Bellido, y también de Mariano Barbacid, que podrían haber estado, pero es muy difícil y no cabe hablar de injusticia. El problema de España es que aún no hay suficiente masa crítica. Hemos avanzado mucho y se hace una buena investigación, pero quizás todavía no de ese nivel”.

Existe, eso sí, un cierto consenso en torno a un nombre: Avelino Corma, fundador del Instituto de Tecnología Química de Valencia (UPV-CSIC). “En España se ha empezado a invertir tarde y acabará habiendo premiados, pero es difícil saber cuándo. El que tiene más opciones desde luego es Avelino Corma; está muy bien colocado. Lo bueno que tiene es que hace investigación aplicada pero

también básica. Hay refinerías en todo el mundo tratando millones de barriles de petróleo con patentes que él ha desarrollado, publica en *Science* y *Nature* y es muy citado”, subraya Miguel Ángel Alario.

“Es el español con más posibilidades —apunta Luis Oro—. Pero sería importante que se hiciera una labor política de presión. Otros países lo hacen, forman

lobbies como parte de la acción de gobierno, los embajadores se mueven, promocionan a su gente, montan conferencias internacionales para dar a conocer sus trabajos... Y es que el Premio Nobel tiene mucho impacto en una sociedad y creo que en España no se hace nada de esto. La Unión Europea tampoco actúa para promover a sus investigadores y debería hacerlo”.

Según Margarita Salas, “nos falta capacidad de presión porque somos una comunidad científica aún poco influyente, y cada vez menos por el escaso apoyo a la investigación que impide que se incorpore gente joven y muy valiosa”.

Aun reconociendo sus méritos y opciones, algunos son poco optimistas. “Es el español en química que puede estar más cerca de un Nobel, pero le perjudica el hecho de que hace menos de diez años se lo dieron a Gerhard Ertl en la misma área”, lamenta Herradón.

Para Nazario Martín, “el tema de la catálisis es tan amplio que siempre ha tenido muchos candidatos y muchos premios. En el 2010, por ejemplo, se otorgó por las reacciones de acoplamiento carbono-carbono basadas en sistemas catalíticos a Richard F. Heck, Ei-ichi Negishi y Akira Suzuki. Conseguir un Nobel en catálisis está complicado ciertamente; es un campo muy grande en el que hay muchos candidatos y, aunque no exista ninguna regla escrita, cuando dan un premio en un área es poco probable que en los próximos años vayan a conceder otro, pero nunca se sabe”. Y remata Martín: “Reciba o no el Nobel, eso no le hará mayor o menor investigador. En España debemos estar muy orgullosos de tener un Avelino Corma y, como amigo personal, estoy deseando que un día lo reciba, pero si no es así no cambia ni un ápice el criterio que tengo de él como investigador”. Por si sirviera de anticipo o desagravio, este año Corma recibió el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica.

«Avelino Corma es el español con más posibilidades. Pero sería importante que se hiciera una labor política de presión»

Luis Oro, catedrático de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza.

FUNDACIÓN PRINCESA DE ASTURIAS



Avelino Corma, recibiendo el Premio Príncipe de Asturias.