

# alquimicos

---

**Hugo Morán**  
Secretario de  
Estado de Medioambiente

---



**Premio Asociación de Químicos  
de Castilla y León 2022  
a J. Angel Redondo**



**Premio San Alberto Magno al Mérito  
Científico:  
Profesor Javier García Martínez,  
Presidente de la IUPAC**

---

**Premio San Alberto Magno a la Tesis Doctoral:  
Dra. Rebeca González**

---

**Premio San Alberto Magno al Trabajo de Investigación:  
Dr. Jorge González Rodríguez**

# SUMARIO

## ENTREVISTA

página 4. Hugo Morán, Secretario de Estado de Medioambiente

## DIVULGACIÓN

página 6. Fusión Nuclear: futura fuente inagotable

## EDUCACIÓN

página 10. Determinación práctica del sentido espontáneo de una reacción química hacia el estado de equilibrio (II)

## REDACCIÓN

página 14. Día Mundial contra el uso indiscriminado de Agroquímicos

página 16. Asturias impulsa una planta piloto industrial para pruebas de hidrógeno verde

## PREMIOS COLEGIO/ASOCIACIÓN

página 17. Premio San Alberto Magno al Mérito Científico:  
Profesor Javier García Martínez, Presidente IUPAC

página 20. Premio San Alberto Magno a la Tesis Doctoral: Dra. Rebeca González

página 22. Premio San Alberto Magno al Trabajo de Investigación:  
Dr. Jorge González Rodríguez

página 25. Premio Asociación de Químicos de Castilla y León 2022 a  
J. Angel Redondo

## CINE

página 28. XII Aniversario Ciclo de Cine “La química en nuestras vidas”  
Oviedo 2023



# Aprender QUÍMICA con el cine

Comenzamos 2023 con el cine como herramienta para enseñar y aprender Química de una manera más entretenida. Me permito transmitirles las palabras dirigidas para el cierre de la decimosegunda edición.

Mucha gente ve la Química con miedo, cuando lo normal sería asociar la Química con nuestra cotidianidad, damos por sentado que la Química está reservada a esos genios que trabajan en laboratorios y nunca pensamos, por ejemplo, que el jabón un producto químico en el que están presentes varios elementos de la tabla periódica o que cuando cocinamos se altera la composición química de los ingredientes.

Por ello, bajo la campaña la QUÍMICA EN NUESTRAS VIDAS, pretendemos sensibilizar a la sociedad sobre a la mejora de la calidad de vida de las personas y la creación un mundo más sostenible para incrementar la apreciación de la opinión pública por la Química.

Las tres títulos de esta edición, son una llamada de atención, para explicar los cambios, que han o están llegando, impulsados por los avances en la Ciencia Química.

Esa alta velocidad tan demanda y esperada por los asturianos, visionando, "Extraños en un Tren", la doble cara de la Química, dependiendo del uso que se le dé, reflexión a la que nos lleva la película "Operación Crossbow" y la introducción al mundo del acero, con la proyección de "La Caída de los Dioses", para anunciar la nueva siderurgia, la acería verde por el uso de hidrógeno verde, muestran los significativos avances que llevan a cambios importantes en los campos propuestos en esta XII Edición del Ciclo.

Finalizo, invitando y proponiendo a los asistentes a que nos sigan acompañando en las próximas ediciones y les pido que caminemos juntos, al igual que lo hacemos con nuestros colegiados, porque en ese caminar juntos, surge química, la química más maravillosa, la QUIMICA entre personas.

Termino, enviando un cariñoso saludo a la familia de Julián Luís Carlón Sánchez, QUÍMICO, recientemente fallecido, ejemplo de fidelidad y permanencia en nuestras organizaciones durante 66 años.

Un saludo a todos y fuerzas para llevar adelante el año recién comenzado, caminando juntos.

---

**ALQUÍMICOS / Revista de los Químicos de Asturias y León / N° 76 - 3ª Época / Febrero**

Álvaro Fernández Suárez • José Carlos Rubio • Miguel Ferrero Fuertes • M<sup>a</sup> Jesús Rodríguez González.  
Edita Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León • Asociación de Químicos del Principado de Asturias / Avda. Pedro Masaveu, 1 - 1.º D. 33007 Oviedo / Tel. 985 23 47 42. Fax: 985 25 60 77 / colegioquimicos@alquimicos.com

Maquetación Imprenta Goymar | Imprime Imprenta Goymar | D.L. AS-2.718-2001

Alquímicos no se hace responsable de las opiniones vertidas en esta revista por sus colaboradores

www.alquimicos.com

## Hugo Morán

Secretario de Estado de Medioambiente

Nació el 17 de noviembre de 1963 en Campomanes-Lena, Asturias. Ha formado parte de la Ejecutiva Local del PSOE y de la Ejecutiva Regional de la Federación Socialista Asturiana. Concejal del Ayuntamiento de Lena entre 1987 y 1995 y Alcalde del municipio entre 1995 y 2007. Fue presidente durante seis años de la Federación Asturiana de Concejos y fue representante de Asturias en el seno del Consejo Territorial de la FEMP.

Director General de la Oficina de Relaciones con la Junta General del Principado de Asturias (2007/2008). Diputado por Asturias en el Congreso de los Diputados en la IX legislatura, donde ejerció el cargo de portavoz del Grupo Socialista en la Comisión de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. En el 37 Congreso del PSOE fue elegido secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Comisión Ejecutiva Federal, y en el 38 Congreso –celebrado en febrero de 2012- secretario de Ordenación del Territorio y Sostenibilidad. Miembro de la Comisión Permanente de la Asociación de Comarcas Mineras ACOM-España y de la Asociación Europea de Excelencia Territorial EUREXCTER. También fue presidente del Consorcio para el Desarrollo de la Montaña Central de Asturias y del Grupo de Desarrollo Rural de este mismo territorio.



### 1. ¿Cómo piensas que va a ir creciendo la concienciación de la realidad del cambio climático?

En la medida en que la ciudadanía va teniendo acceso a toda la información que la comunidad científica va consolidando, cada vez con más evidencias, que además son constatables en la realidad que vivimos, la concienciación crece y acentúa la exigencia global de una respuesta adecuada a la emergencia climática.

### 2. ¿Qué te condujo a tomar interés por el medioambiente?

A poco que reflexionemos sobre ello, podemos concluir

que el capital natural es la base que sustenta el desarrollo de las sociedades y que si agotamos hoy los recursos para procurarnos una vida cómoda, les estaremos quitando a nuestros hijos el derecho a una vida digna. Eso es solidaridad intergeneracional y creo que es un principio en el que merece la pena volcarse.

### 3. ¿En qué medida ves que el medioambiente va a seguir deteriorándose en los próximos años?

La presión demográfica, que miles de millones de personas suponen para un Planeta con recursos limitados, nos obliga a tomar conciencia sobre nuestra responsabilidad in-

dividual respecto al concepto ya tan manido de la sostenibilidad; de ahí, a pensar que formamos parte insustituible de la responsabilidad colectiva y, finalmente, de la responsabilidad global. El problema es que nuestro ritmo de concienciación va más lento que nuestra capacidad de destrucción y hay que atenuar progresivamente esa curva hasta revertirla. Y no tenemos demasiado tiempo.

### 4. ¿Qué medidas se están tomando a nivel español y a nivel global para cerrar la transición energética y en qué plazo ves que podrá conseguirse. Será preciso cambiar el programa

## **establecido en España?**

España inició su transición energética con una hoja de ruta que el paso del tiempo ha ido validando, hasta el punto de que ha terminado por marcar el paso de una transición energética europea que debía llegar, pero que los acontecimientos desencadenados tras la invasión de Ucrania han acelerado.

## **5. ¿Crees que la tecnología aporta ya los medios teóricos para conseguir la transición energética y sustituir las fuentes clásicas de generación?**

No cabe duda de que se ha producido un notable salto tecnológico en lo que llevamos de siglo, que está contribuyendo a hacer realidad un cambio, que quince años atrás suscitaba notables controversias y no pocas reticencias, a abandonar un patrón energético en cuya base están las causas del grave problema que afrontamos como sociedad, que no es otro que encontrar una salida rápida y justa al impacto del cambio climático.

## **6. ¿A qué nivel están en la actualidad en España las renovables para conseguir el aprovisionamiento energético?**

Las renovables están demostrando no sólo que están en condiciones de garantizar el aprovisionamiento energético en un horizonte próximo, sino que, además, lo están haciendo,

aportándonos ventajas competitivas como país en el contexto internacional.

## **7. ¿Cómo se puede resolver el problema que genera la poca participación en la lucha contra el cambio climático de los países más contaminadores tales como China, la India, EEUU, etc.?**

Más allá de que cada vez se ve con mayor nitidez que quien se quede descolgado del compromiso climático corre el riesgo de quedar descolgado de las corrientes de desarrollo económico, hay una presión ciudadana creciente que los gobiernos de esos países no pueden ignorar por mucho tiempo.

## **8. ¿Qué plazo se le da al hidrógeno para su utilización como fuente de energía?**

El hidrógeno ha pasado, en poco más de dos años, de ser una alternativa energética posible, a ocupar el rango de motor de inversión de primer orden. Esto va a acelerar exponencialmente su desarrollo, acortando unos plazos que, hasta hace poco tiempo, se veían como lejanos.

## **9. Hablamos hasta aquí de la energía, pero hay otros muchos sectores afectados por la contaminación. Te propongo detenernos en uno de ellos "El Agua". ¿Qué piensas de la situación de este bien tanto en**

## **el aspecto de disponibilidad como de condiciones para ser utilizado?**

2022 nos hizo ver, en perspectiva europea, que el agua es, junto con la energía, incluso un peldaño por encima, el vector que mejor define una prioridad para la seguridad de cualquier país. Un recurso escaso, indispensable para la vida, de disponibilidad decreciente y sometida todo tipo de presiones. Forma parte del núcleo central de una política que quiere presentarse como responsable y comprometida, al tiempo que puede convertirse en factor de confrontación en manos de políticos populistas irresponsables. Algo que obliga a gestionar en presente, pero con la vista puesta en el futuro.

## **10. Nuestro Colegio imparte desde hace 8 años un Título Propio de la Universidad de Oviedo sobre el agua, tratamientos, controles, etc y todo aquello que la rodea. ¿Qué opinas sobre esta actividad colegial.**

El mundo académico puede aportar mucho al debate sosegado, cimentado sobre el conocimiento, para construir políticas que no sucumban a la contaminación de los intereses cortoplacistas. Pero es importante que lo haga con vocación de abrirse al conjunto de la sociedad, compatibilizando rigor científico y divulgación ciudadana.

## Fusión Nuclear: futura fuente inagotable

Álvaro Fernández

La fusión nuclear está, ahora más que nunca, en el centro de atención. Y lo está por partida doble. Por un lado el Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos ha confirmado oficialmente que el experimento NIF (National Ignition Facility) del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore ha alcanzado por primera vez la rentabilidad energética. Es un hito muy esperado, y, sobre todo, crucial en el itinerario de esta tecnología de fusión.

Pero esto no es todo. Hace apenas tres meses comenzó en Escúzar, una localidad de Granada, la construcción de los edificios que albergarán los dos aceleradores de partículas lineales de IFMIF-DONES. Esta instalación tendrá un papel fundamental en el camino hacia la energía de fusión mediante confinamiento magnético. Y, de paso, pondrá a España en el mapa de los países que tienen centros de investigación de referencia mundial.

La fusión nuclear nos promete algo muy importante: energía eléctrica en grandes cantidades, limpia, segura, y, además, presumiblemente barata. Suena muy bien. Los hitos de los últimos años nos invitan a ser razonablemente optimistas acerca de la viabilidad de esta tecnología, pero no debemos pasar por alto que tanto la fusión mediante confinamiento inercial como la que recurre al confinamiento magnético deben resolver aún desafíos muy importantes.

### Dónde está la fusión por confinamiento inercial ahora y qué le queda por resolver

Para entender por qué es importante el logro que acaban de alcanzar los investigadores del

experimento NIF y qué representa realmente merece la pena que repasemos brevemente en qué consiste la fusión nuclear mediante confinamiento inercial. El punto de partida de las dos estrategias de fusión que se están desarrollando actualmente es exactamente el mismo: la fusión de un núcleo de deuterio y otro de tritio nos permite obtener una gran cantidad de energía.

Estos dos elementos químicos son isótopos del hidrógeno, pero el primero de ellos, el deuterio, es relativamente abundante y fácil de obtener, mientras que el otro, el tritio, es muy escaso y tiene que ser producido de manera artificial. Además, es radiactivo. Para conseguir que los núcleos de estos dos elementos venzan su repulsión eléctrica natural y se fusionen la estrategia de confinamiento inercial recurre a una gran cantidad de **láseres de alta energía**.

El combustible constituido por los núcleos de deuterio y tritio se introduce en un encapsulado de diamante en forma de microbola y se coloca en el interior de una cámara esférica en cuyas paredes de aluminio de 10 cm de espesor están distribuidos nada menos que **192 láseres de alta energía** muy sofisticados. Su propósito es concentrar de forma simultánea y abrupta toda su energía en el contenido de la cápsula para que el combustible se caliente, se conden-

En el interior de la cámara esférica están distribuidos nada menos que 192 láseres de alta energía

se y se comprima de forma súbita, dando lugar así a la fusión de los núcleos de deuterio y tritio.

La razón por la que la cápsula es de diamante es que este mineral optimiza la absorción de los rayos X que provocan la condensación de los núcleos de estos dos isótopos del hidrógeno. Los primeros experimentos en NIF se llevaron a cabo en 2009, pero las primeras pruebas relativamente exitosas **no llegaron hasta 2014**. El problema era que en aquellos tests la cantidad de energía generada mediante la reacción de fusión era muy baja, por lo que la rentabilidad energética quedaba aún abrumadoramente lejos debido a que era necesario invertir en el proceso mucha más energía de la que la fusión podría entregar.

## ┌ NIF ha entregado en esta prueba una energía de 3,15 megajulios, lo que equivale a un beneficio energético del 35% ┐

Desde entonces los científicos involucrados en NIF se han dedicado sobre todo a optimizar los láseres y el encapsulado que contiene el combustible, pero también han continuado haciendo pruebas. El 8 de agosto de 2021 llevaron a cabo una especialmente exitosa. Y es que lograron generar 1,3 megajulios de energía. Era una cifra muy superior a las que habían obtenido en los experimentos anteriores, pero seguía sin ser suficiente para alcanzar la rentabilidad energética debido a que los láseres para funcionar requieren una energía de 2,05 megajulios.

Y, por fin, llegamos al hito que acabamos de presenciar. Por primera vez el experimento NIF ha conseguido devolver una cantidad de energía superior a la que ha sido necesaria invertir para desencadenar la fusión de los núcleos de deuterio y tritio del combustible. En un prin-

cipio los primeros datos apuntaban que NIF había generado 2,5 megajulios de energía, lo que equivale a un beneficio energético neto del 20%. Sin embargo, los datos oficiales que ha confirmado el DOE son aún mejores. Y es que asegura que NIF ha entregado en esta prueba **una energía de 3,15 megajulios**, lo que equivale a un beneficio energético del 35%.

Este hito es muy importante, y, además, nos invita a contemplar la energía de fusión mediante confinamiento inercial con un optimismo muy razonable, pero esto no significa en absoluto que ya esté todo hecho. Para nada. Todavía quedan desafíos muy importantes que es imprescindible resolver, y hasta que no estén bien atados no podremos tener centrales eléctricas con reactores de fusión mediante confinamiento inercial.

Hay quien ya está aventurando la fecha en la que llegarán, pero, en realidad, nadie sabe con certeza **cuándo estarán listas**. Eso sí, podemos estar seguros de que tardarán varias décadas, y difícilmente llegarán antes de la década de los 50.



*Esta fotografía muestra cómo fue la construcción de la cámara esférica del experimento NIF. En los orificios de sus paredes se instalaron posteriormente los láseres responsables de la condensación del combustible alojado en la microbola*

El experimento NIF ya ha demostrado que la fusión nuclear mediante confinamiento inercial funciona, y también que esta tecnología nos permite obtener un beneficio energético

neto. Sin embargo, todavía tiene que lidiar con el neutrón de alta energía (aproximadamente 14 MeV) resultante de la fusión de un núcleo de deuterio y otro de tritio. Esta partícula sale despedida hacia las paredes de la cámara, y, debido a su energía, provoca un daño muy específico en los materiales del reactor.

Hoy en día no existen bancos de prueba diseñados para probar los materiales candidatos a ser utilizados en los futuros reactores de fusión nuclear, pero en 2033, si todo va como está previsto, estarán listas las instalaciones del proyecto IFMIF-DONES en Granada. Precisamente esta iniciativa persigue, entre otras cosas, **probar y certificar los materiales** que se utilizarán en los reactores de fusión comerciales.

## IFMIF-DONES persigue, entre otras cosas, probar y certificar los materiales que se utilizarán en los reactores de fusión comerciales

De hecho, del conocimiento que presumiblemente nos entregará este proyecto se beneficiará tanto la fusión mediante confinamiento magnético del futuro reactor de demostración DEMO, como la fusión mediante confinamiento inercial que nos propone el experimento NIF. En cualquier caso, este no es el único desafío que es necesario resolver.

Otro de los retos relevantes consiste, como explicó Carlos Alejaldre, el exdirector general del CIEMAT, en **desarrollar el respaldo tecnológico** necesario para garantizar al reactor un suministro de microbolas de combustible continuo, preciso y muy rápido de al menos diez cápsulas por segundo. De lo contrario la entrega de energía del reactor no podrá sostenerse en el tiempo y su propósito se irá al garete.

Además, cuando estos y otros desafíos tecnológicos estén resueltos será necesario diseñar y construir una central eléctrica de demostración equipada con un reactor de fusión mediante confinamiento inercial, que, entre otros retos, proponga cómo generar electricidad a partir de los pulsos energéticos que entrega el reactor. Esta instalación será equiparable a DEMO, que será la central de demostración dotada de un reactor de fusión mediante confinamiento magnético que recogerá todo el conocimiento entregado por ITER e IFMIF-DONES.

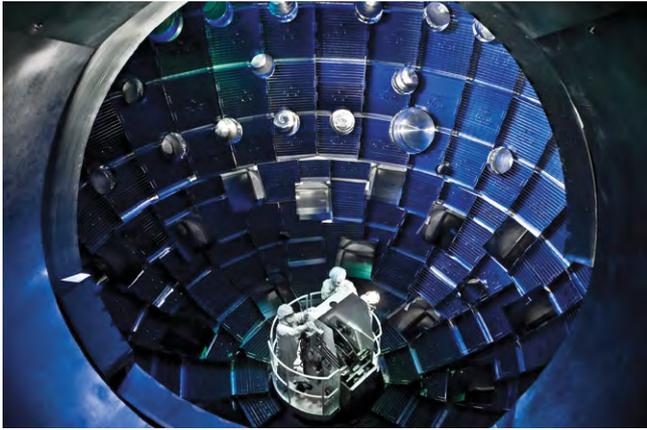
## Dónde está la fusión por confinamiento magnético y qué tiene pendiente

Esta es la otra cara de la moneda con la que estamos jugueteando. La fusión nuclear mediante confinamiento magnético propone, muy a grandes rasgos, confinar el plasma a **150 millones de grados Celsius** que contiene los núcleos de deuterio y tritio en el interior de un campo magnético muy intenso.

Esta sopa de partículas se encuentra encerrada en el interior de una cámara de vacío con una geometría particular: la de un toroide. De hecho, los reactores experimentales de fusión mediante confinamiento magnético que se han construido o están en desarrollo, como JET, que está alojado en Oxford (Inglaterra), o ITER, son de tipo tokamak.

El desarrollo que ha experimentado esta tecnología durante las últimas dos décadas ha sido muy notable, lo que nos invita, al igual que la fusión mediante confinamiento inercial, a mirar hacia delante con optimismo. El **gran proyecto público** de energía de fusión mediante confinamiento magnético es ITER, y en él participan la Unión Europea, Estados Unidos, Rusia, China, India, Japón y Corea del Sur. Ahí es nada.

También hay iniciativas privadas muy prometedoras, como, por ejemplo, el reactor SPARC que están desarrollando el MIT y la empresa CFS



*Esta fotografía revela cuál es el aspecto que tiene actualmente la cámara esférica del experimento NIF. Un apunte muy curioso: sus paredes de aluminio tienen un espesor de 10 cm, tiene un diámetro de 10 m y pesa 130 toneladas*

(Commonwealth Fusion Systems). De hecho, prevén tener su primer prototipo listo en 2025. Sin embargo, y pese a lo mucho que se ha desarrollado durante los últimos años, la fusión nuclear mediante confinamiento magnético también tiene por delante un camino largo que obligará a los investigadores a sortear varios desafíos.

## ITER es el gran proyecto público de energía de fusión mediante confinamiento magnético

El confinamiento magnético ya ha demostrado que es una forma muy eficaz de hacer fusión. Y, además, también que esta estrategia nos permite obtener grandes cantidades de energía. De hecho, JET, que hasta que entre en operación ITER ejerce como instalación de referencia, ha conseguido generar **59 megajulios de energía** durante 5 segundos empleando el mismo combustible que utilizará ITER: deuterio y tritio.

La pelota ahora está en el tejado de ITER. Su propósito cuando esté terminado y comiencen las primeras pruebas con plasma (iban a arrancar en 2025 pero es posible que se retrasen un poco) será demostrar que la fusión nuclear es una herramienta ideal para generar grandes cantidades de energía de una manera limpia y

segura. Después, IFMIF-DONES, como hemos visto, tendrá un rol fundamental en la búsqueda de los materiales ideales para soportar la incidencia de los neutrones rápidos.

## JET ha generado 59 megajulios de energía durante 5 s empleando el mismo combustible que utilizará ITER

Por el camino los investigadores que están trabajando en la fusión mediante confinamiento magnético tendrán que solventar las dificultades que conlleva el control del plasma debido, sobre todo, a la **aparición de turbulencias**. Y también tendrán que refinar algunas partes especialmente delicadas del reactor, como, por ejemplo, el divertor, que es el “tubo de escape” por el que salen las impurezas que no deben involucrarse en la reacción de fusión.

Como he mencionado más arriba, todo lo aprendido con ITER e IFMIF-DONES se aplicará en DEMO, que será el reactor de energía de fusión que tendrá que demostrar su viabilidad a la hora de generar electricidad. Y después, si todo va como está previsto, llegarán las centrales eléctricas de fusión. Esta es la gran pregunta: ¿cuándo estarán listas?

Según EUROfusion las primeras se empezarán a construir **durante la década de los 60**. Y sí, es una previsión plausible porque, como ha explicado Moisés Weber, uno de los máximos responsables de IFMIF-DONES en España, actualmente estamos encarando el último escalón de la fusión nuclear. Quedan retos importantes por resolver, y será necesario afrontar grandes esfuerzos, pero ahora más que nunca tenemos las herramientas adecuadas para llevar a buen puerto esta tecnología tan apasionante.

## Determinación práctica del sentido espontáneo de una reacción química hacia el estado de equilibrio (II)

Profesor José Manuel Fernández Colinas

En el artículo anterior de esta serie<sup>1</sup> se estableció que, para una mezcla de reactivos y productos, a presión y temperatura constantes, se puede predecir el sentido de una reacción química a partir de la composición del sistema químico en reacción, determinando el signo de  $\Delta_r G$  (energía libre de la reacción) mediante la expresión

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q \quad (1)$$

Donde  $\Delta_r G^\circ$  es la energía libre de reacción cuando los reactivos y los productos se encuentran en condiciones estándar y  $Q$  es el cociente de reacción.

Es posible establecer un procedimiento más sencillo que permite predecir el sentido en el que una reacción va a evolucionar de forma espontánea para alcanzar el estado de equilibrio a  $p$  y  $T$  constantes. Consideremos de nuevo la ecuación (1).

$$\text{Puesto que } \Delta_r G^\circ = -RT \ln K_{eq} \quad (2)$$

Se obtiene la expresión  $\Delta_r G = -RT \ln K_{eq} + RT \ln Q$

$$\Delta_r G = RT \ln \frac{Q}{K_{eq}} \quad (3)$$

El análisis de esta ecuación nos permite extraer las siguientes conclusiones:

• Si  $Q < K_{eq}$ ,  $Q/K_{eq} < 1$  y  $\ln Q/K_{eq} < 0$ , lo que implica que  $\Delta_r G < 0$ . La reacción evolucionará de

forma espontánea en el sentido de izquierda a derecha ( $d\xi > 0$ ). Evolución que aumenta la proporción de los productos y disminuye la proporción de los reactivos aumentando el valor de  $Q$

• Si  $Q > K_{eq}$ ,  $Q/K_{eq} > 1$  y  $\ln Q/K_{eq} > 0$ , lo que implica que  $\Delta_r G > 0$ . La reacción evolucionará de forma espontánea en el sentido de derecha a izquierda ( $d\xi < 0$ ). Evolución que aumenta la proporción de los reactivos y disminuye la proporción de los productos disminuyendo el valor de  $Q$

• Si  $Q = K_{eq}$ ,  $Q/K_{eq} = 1$  y  $\ln Q/K_{eq} = 0$  lo que implica que  $\Delta_r G = 0$  ( $d\xi = 0$ ). El sistema se encuentra en equilibrio (recuérdese que es dinámico, no estático).

Relación	Sentido de la evolución espontánea
$Q < K$	Formación mayoritaria de productos ( $d\xi > 0, \rightarrow$ )
$Q > K$	Formación mayoritaria de reactivos ( $d\xi < 0, \leftarrow$ )
$Q = K$	Equilibrio ( $d\xi = 0, \rightleftharpoons$ )

Estas conclusiones son las mismas que se encuentran en los textos de Química del 2º curso de bachillerato<sup>2</sup>, deducidas a partir de la comparación de los valores de  $Q$  y  $K_{eq}$  sin que se considere la influencia de estas magnitudes en el valor y signo de  $\Delta_r G$ , que es la magnitud determinante del avance espontáneo de la reacción química hacia el estado de equilibrio.

## EJEMPLO 1<sup>2</sup>

La constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción  $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  es  $6,88 \cdot 10^5$  a 500 K, cuando las concentraciones se expresan en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . ¿Qué ocurrirá si, en un recipiente cerrado de 5 L, se calienta a 500 K una mezcla de 0,6 mol de  $\text{NO}(\text{g})$ , 1 mol de  $\text{O}_2(\text{g})$  y 0,8 mol de  $\text{NO}_2(\text{g})$ ?

Para determinar el sentido en que puede evolucionar la reacción, o no evolucionar si se encuentra en el estado de equilibrio, es necesario conocer el signo de  $\Delta_r G$ , para lo que, en este caso, se utiliza la expresión

$$\Delta_r G = RT \ln \frac{Q}{K_{\text{eq}}}$$

De acuerdo con el enunciado,  $K_{\text{eq}} = 6,88 \cdot 10^5$  y  $Q$  se calcula a partir de la expresión

$$Q = \frac{[\text{NO}_2]_f^2}{[\text{NO}]_f^2 \cdot [\text{O}_2]_f} = \frac{\left(\frac{0,8}{5}\right)^2}{\left(\frac{0,6}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{5}\right)} = 8,9 \quad Q \ll K_{\text{eq}}$$

$$\ln \frac{Q}{K_{\text{eq}}} < 0 \quad \Delta_r G < 0 \quad d\xi > 0$$

El sistema inicial debe evolucionar reaccionando en el sentido en el que los reactivos,  $\text{NO}(\text{g})$  y  $\text{O}_2(\text{g})$ , se transforman en el producto,  $\text{NO}_2(\text{g})$ , hasta alcanzar el estado de equilibrio, en el que  $\Delta_r G = 0$  y  $Q = K_{\text{eq}}$ .

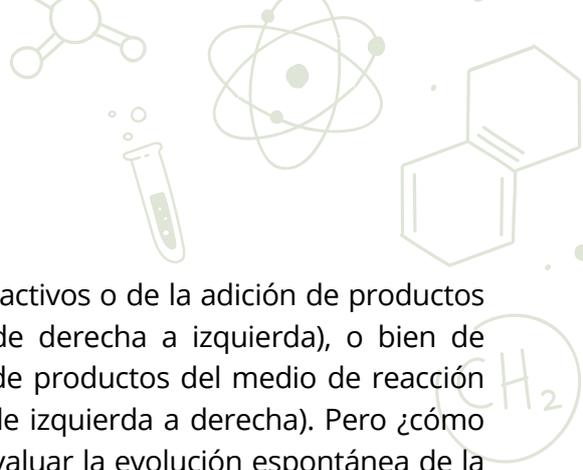
Este procedimiento es aplicable no sólo para determinar el sentido en que un sistema químico en reacción evoluciona a partir de las condiciones iniciales, sino que es aplicable también a los sistemas en los que el estado de equilibrio inicial ha sido perturbado por la adición, o retirada, de una cantidad de una, o varias, de las sustancias (reactivos o productos) que participan en la reacción.

Cuando una reacción química ha alcanzado el estado de equilibrio, las concentraciones de todas las sustancias que participan en ella per-

**“Para cualquier reacción química reversible, es posible establecer el sentido en que evolucionará desde un estado de no equilibrio comparando los valores del cociente de reacción y de la constante de equilibrio, si la reacción transcurre a p y T constantes”**

manecen constantes, salvo que actúen factores externos que modifiquen el estado de equilibrio (añadir o retirar una cantidad de un reactivo o producto, modificar la presión, calentar o enfriar el sistema,...) En estos casos, el sistema en reacción volverá a evolucionar (reaccionar) en un determinado sentido (hacia la derecha o hacia la izquierda) hasta que se alcance un nuevo estado de equilibrio.

Desde 1884 se conoce una regla que ayuda a predecir, de forma cualitativa, la dirección en la que se desplaza un equilibrio químico cuando cambia alguna de las variables que determinan ese estado de equilibrio. Esta regla se conoce como **principio de Le Chatelier-Braun**: “Si un sistema químico en equilibrio se somete a un cambio, la reacción del equilibrio responde desplazándose en el sentido de cancelar o minimizar ese cambio hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio”<sup>2</sup>. Es obvio que esta reacción espontánea en un sentido u otro (de derecha a izquierda o viceversa) debe estar relacionada con una disminución de  $\Delta_r G$  y, en una reacción a p y T constantes, la variación de energía libre deriva de los cambios de las cantidades de las sustancias que en ella intervienen. En consecuencia, debe existir un paralelismo entre la aplicación del principio de Le Chatelier-Braun y de la ecuación (3) a la hora de determinar el sentido de la



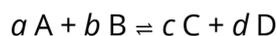
evolución del sistema una vez se ha modificado su estado de equilibrio por causas externas.

Consideremos, en primer lugar, la adición de una cantidad de reactivo a una reacción química en el equilibrio a  $p$  y  $T$  constantes, sin que se produzca variación del volumen total de la mezcla. La aplicación del principio de Le Chatelier-Braun permite concluir que el sistema en reacción evolucionará en el sentido de minimizar el efecto de la cantidad de reactivo añadida, consumiendo parte, o la totalidad, de la cantidad añadida, es decir, reaccionará en el sentido de aumentar la cantidad de productos y disminuir la de reactivos (de izquierda a derecha).

Para la aplicación de la ecuación

$$\Delta_r G = RT \ln \frac{Q}{K_{eq}}$$

Es necesario conocer el valor de  $Q$ , ya que el valor de  $K_{eq}$  permanece constante al no producirse variación en la temperatura de la reacción. Para la reacción química de carácter general



Las expresiones de  $Q_c$  y  $K_c$  son

$$Q_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad K_c = \frac{[C]_{eq}^c [D]_{eq}^d}{[A]_{eq}^a [B]_{eq}^b}$$

En el estado de equilibrio inicial  $Q_c = K_c$ . Al aumentar la  $[A]$  o  $[B]$ , o ambas, el valor de  $Q_c$  disminuye y se hace menor que  $K_c$ . En consecuencia,

$$\frac{Q_c}{K_c} < 1 \quad \ln \frac{Q_c}{K_c} < 0 \quad \Delta_r G < 0 \quad y \quad d\xi > 0$$

El sistema evoluciona de izquierda a derecha, es decir, en el sentido en el que se consumen los reactivos y se forman los productos. Tal y como se deduce del principio de Le Chatelier-Braun.

El mismo tipo de razonamiento se aplica para analizar la evolución del sistema si los cambios de composición derivan de la retirada de canti-

dades de reactivos o de la adición de productos (evolución de derecha a izquierda), o bien de la retirada de productos del medio de reacción (evolución de izquierda a derecha). Pero ¿cómo podemos evaluar la evolución espontánea de la reacción en el caso particular de que aumenten las cantidades de un reactivo y de un producto a la vez? La aplicación cualitativa del principio de Le Chatelier-Braun no permite establecer de forma precisa el sentido de esa evolución. Sin embargo, la aplicación de la ecuación (3) permite establecer de forma inequívoca el sentido de la evolución, tal y como se muestra en el ejemplo 2.

## EJEMPLO 2<sup>2</sup>

En un recipiente de 10 L se produce la reacción  $I_2(g) + H_2(g) = 2 HI(g)$  a 700 K. Una vez alcanzado el equilibrio a esa temperatura, la mezcla gaseosa en equilibrio tiene la siguiente composición:  $[I_2]_{eq} = 3 \cdot 10^{-4} M$ ;  $[H_2]_{eq} = 4,53 \cdot 10^{-2} M$ ;  $[HI]_{eq} = 2,94 \cdot 10^{-2} M$ . Si a esta mezcla se añaden 0,15 mol de  $I_2(g)$ , previamente calentado a 700 K, y 0,30 mol de  $HI(g)$ , manteniendo constantes el volumen y la temperatura del sistema, justifique el sentido en el que evolucionará el sistema en reacción hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

Para determinar el sentido de la evolución del sistema es necesario conocer el signo de  $\Delta_r G$ , que se deduce a partir de la expresión

$$\Delta_r G = RT \ln \frac{Q}{K_{eq}}$$

Lo que supone conocer los valores de  $Q$  y  $K_{eq}$  para la reacción en diferentes condiciones.

Cálculo del valor de  $K_{eq}$

$$K_{eq} = K_c = \frac{[HI]_{eq}^2}{[I_2]_{eq}[H_2]_{eq}} \quad K_c = 63,6$$

Al añadir 0,15 mol de  $I_2(g)$  y 0,30 mol de  $HI(g)$  se modifica el estado de equilibrio del sistema y el valor de  $Q_c$  se obtiene a partir de las nuevas concentraciones del sistema en estado de **no equilibrio**

$$Q_c = \frac{[HI]_{neq}^2}{[I_2]_{neq}[H_2]_{neq}}$$

$$[HI]_{neq} = \frac{(0,294 \text{ mol})_{eq} + (0,30 \text{ mol})_{añadidos}}{10 \text{ L}} = 0,0594 \text{ M}$$

$$[I_2]_{neq} = \frac{(0,003 \text{ mol})_{eq} + (0,15 \text{ mol})_{añadidos}}{10 \text{ L}} = 0,0153 \text{ M}$$

$$[H_2]_{neq} = [H_2]_{eq} = 0,0453 \text{ M}$$

$$Q_c = \frac{(0,0594)^2}{(0,0153)(0,0453)} \quad Q_c = 5,09$$

$$Q_c < K_c \quad \frac{Q_c}{K_c} < 1 \quad \ln \frac{Q_c}{K_c} < 0 \quad \Delta_r G < 0 \quad d\xi > 0$$

El sistema evoluciona en el sentido de producir una mayor cantidad de HI(g) ( $d\xi > 0$ ), es decir, de izquierda a derecha tal y como está escrita la reacción.

Las aplicaciones prácticas de estos cambios de concentración son de gran importancia en la industria química. La retirada de un producto, o varios, de una reacción reversible hace que el equilibrio se desplace hacia la formación de más producto, o productos. Un ejemplo lo tenemos en aquellas reacciones reversibles en las que se forma un compuesto volátil. Si la reacción se realiza en un recipiente abierto, el continuo desprendimiento de la sustancia gaseosa hace que nunca se alcance la concentración de equilibrio de ese producto, es decir, Q siempre es menor que  $K_{eq}$  lo que obliga a la reacción a generar de forma continua el producto llegando a completarse, independientemente del valor de su constante de equilibrio<sup>2</sup>. Un ejemplo lo representa la reacción de descomposición de los carbonatos en un recipiente abierto, por ejemplo, el  $\text{CaCO}_3$ .



En relación con los equilibrios heterogéneos, como el representado en esta reacción química, los estudiantes suelen utilizar una terminología que no representa lo que realmente está ocurriendo en la reacción y, por tanto, es incorrecta. Me refiero a las expresiones “el  $\text{CaCO}_3$  y el  $\text{CaO}$  no intervienen en la reacción porque son sólidos” o, menos frecuente, “las concentraciones de  $\text{CaCO}_3$  y de  $\text{CaO}$  no intervienen en la expresión de la constante de equilibrio porque son sólidos” Las dos expresiones son incorrectas. Es obvio que **tanto el  $\text{CaCO}_3$  como el  $\text{CaO}$  deben participar en la reacción**, pues de lo contrario la reacción no podría producirse en ambos sentidos. Un análisis más detallado es necesario para invalidar la segunda aseveración. En el equilibrio heterogéneo considerado, las magnitudes  $Q_c$  y  $K_c$  tienen, en sentido estricto, las siguientes expresiones

$$Q_c = \frac{a(\text{CaO}, s) \cdot a(\text{CO}_2, g)}{a(\text{CaCO}_3, s)} \quad K_c = \frac{a_{eq}(\text{CaO}, s) \cdot a_{eq}(\text{CO}_2, g)}{a_{eq}(\text{CaCO}_3, s)}$$

Por tanto, las actividades del  $\text{CaCO}_3(s)$  y del  $\text{CaO}(s)$  intervienen en las dos expresiones, lo que ocurre es que, por convenio, se ha adoptado que esas actividades tienen el valor de la unidad, por lo que las expresiones correctas para estas dos magnitudes son:

$$Q_c = \frac{(1) \cdot a(\text{CO}_2, g)}{(1)} \quad K_c = \frac{(1) \cdot a_{eq}(\text{CO}_2, g)}{(1)}$$

En este caso, la evolución del sistema dependerá del valor de la  $a(\text{CO}_2)$  en unas condiciones comparado con su valor en las condiciones de equilibrio, **siempre y cuando en el sistema estén presentes el  $\text{CaCO}_3(s)$  y  $\text{CaO}(s)$** .

Desde un punto de vista práctico y expresando las actividades del  $\text{CO}_2$  como presiones parciales, si la  $p(\text{CO}_2) < p(\text{CO}_2)_{eq}$  entonces  $Q_p < K_p$  y  $\Delta_r G < 0$ , por lo que  $d\xi > 0$  y el sistema evoluciona en el sentido en el que descompone el  $\text{CaCO}_3$  para producir  $\text{CO}_2(g)$ . Si la  $p(\text{CO}_2) > p(\text{CO}_2)_{eq}$ , entonces el sistema evoluciona en el sentido en el que el  $\text{CO}_2(g)$  reacciona con el  $\text{CaO}(s)$  para formar  $\text{CaCO}_3(s)$ .

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- José M. Fernández Colinas, Alquimicos, nº 75, tercera época, octubre 2022, p 12
- 2.- Gabino A. Carriedo Ule, José M. Fernández Colinas, Manuel J. García Sanz, “Química” Editorial Paraninfo, 2016, pp114-146

## Día Mundial contra el uso indiscriminado de Agroquímicos

*Se celebra: 26 de noviembre*

*Proclama: Pesticida Action Network (PAN)*

### Índice de temas

- Origen de la creación del Día Mundial contra el uso indiscriminado de agroquímicos
- ¿Qué son los Agroquímicos?
- Pesticide Action Network (PAN)

Cada 26 de noviembre se celebra el **Día Mundial contra el Uso Indiscriminado de Agroquímicos**, con la finalidad de concienciar a la población mundial acerca del uso indebido e indiscriminado de productos agroquímicos a nivel global.

Con la celebración de esta efeméride se pretende minimizar los riesgos generados por los productos agroquímicos sobre la salud humana, así como su impacto en el medio ambiente.

Existe otra fecha relacionada con este mismo tema. Se trata del **Día Mundial del no uso de Plaguicidas**, celebrado el 3 de diciembre.

### Origen de la creación del Día Mundial contra el uso indiscriminado de agroquímicos.

La creación de este día mundial ha sido por iniciativa de las 400 organizaciones afiliadas a la asociación Pesticida Action Network (PAN).

Se conmemora a las miles de víctimas que fallecieron en India en el año 1984, debido a la fuga de un líquido (denominado bophal) utilizado en la fabricación de plaguicidas por parte de la Corporación Unión Carbide. Este fatal accidente también ocasionó varios heridos con secuelas.



## ¿Qué son los Agroquímicos?

Los **agroquímicos** son productos químicos concentrados que son utilizados como pesticidas en la agricultura: insecticidas, herbicidas, nematocidas y fungicidas. Incluye otros agentes químicos de crecimiento, hormonas, fertilizantes sintéticos, entre otros.

Los componentes químicos de estos productos pueden contaminar los suelos y fuentes de agua naturales, afectando la salud de las personas, así como a especies de la flora y fauna silvestre.

El principal problema radica en el uso indiscriminado de estos agroquímicos, ya que pueden desarrollar la resistencia del agente o plaga a ese producto. Por otra parte, afecta por igual a polinizadores y otros organismos beneficiosos, propiciando la aparición de plagas o enfermedades secundarias.

En el manejo de productos agroquímicos se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Uso de instalaciones de almacenamiento y

etiquetado que cumpla con los requerimientos estipulados.

- Equipo y procedimientos de limpieza de emergencia.
- Equipo y procedimientos de seguridad para el manejo y aplicación de los productos, los cuales deberán estar sujetos a normas y reglamentos obligatorios.

## Pesticide Action Network (PAN)

**Pesticide Action Network (PAN)** es una red fundada en el año 1982, que agrupa a más de 600 organizaciones no gubernamentales e instituciones pertenecientes a más de 90 países. Realizan un esfuerzo mancomunado, orientado a reemplazar el uso de pesticidas peligrosos con alternativas ecológicas.

Actualmente cuenta con cinco Centros Regionales independientes, encargados de implementar sus proyectos y campañas.

## Solicita ya tu nuevo carnet de colegiado



Haz tu solicitud en el correo electrónico [secretariatecnica@alquimicos.com](mailto:secretariatecnica@alquimicos.com) enviando tu foto y tu firma en formato jpg

# Asturias impulsa una planta piloto industrial para pruebas de hidrógeno verde

*El objetivo es investigar sobre el papel de esta energía limpia en la reducción de emisiones de CO2*

## Redacción

**El consejero de Ciencia, Innovación y Universidad, Borja Sánchez,** ha considerado el Plan Complementario del Hidrógeno Renovable la «misión científica» de Asturias para 2023, «mucho más ambiciosa» que las anteriores y con una mayor dotación presupuestaria al disponer de seis millones de euros, con la apuesta en el **desarrollo de una planta piloto industrial** para la realización de pruebas y la investigación sobre el hidrógeno verde en la reducción de emisiones de CO2.

Con motivo de la presentación de la convocatoria a empresas, centros tecnológicos y grupos de investigación, Sánchez ha subrayado que el Principado impulsará consorcios público-privados «fuertes» para que la región lidere la I+D+i sobre esta fuente de energía limpia. Se trata del **«carbón del siglo XXI»**, que puede «traer la prosperidad para el futuro», ha dicho el titular de Ciencia sobre el hidrógeno verde, en el que Asturias quiere convertirse en un «polo de referencia».

El Principado participa en el programa de planes complementarios, en el que el Ministerio de Ciencia también ha seleccionado al País Vasco, Navarra, Aragón, Extremadura, Castilla-La Mancha, Madrid y Canarias, en lo que Sánchez ha descrito como una «especie de consorcio» de comunidades autónomas en el que cada una desempeñará un rol en la iniciativa que se desplegará hasta 2025. Así, ha subrayado que la contribución del Principado se



*El consejero de Ciencia, Borja Sánchez, atiende a los medios*

centra en la producción de hidrógeno a baja temperatura y su aplicación industrial, sobre todo el escalado a nivel industrial y productivo en I+D. En este sentido, el consejero ha considerado «muy relevante» la planta piloto, por la importancia de que las propuestas y soluciones que se planteen en la convocatoria «incluyan su escalado industrial», que se hace a través de estas plantas.

La financiación total del programa asciende a 89 millones de euros, de los que Asturias cuenta con una asignación de seis millones, ha apuntado Sánchez, quien ha apostado por la creación de consorcios «grandes» de carácter público-privado, «cogiendo el modelo de misiones científicas, que tan bien ha funcionado estos años». El Ejecutivo autonómico actuará en varias de las líneas ligadas a la generación de hidrógeno verde a baja temperatura y a su uso industrial, manteniendo las emisiones por debajo de los límites impuestos por la Unión Europea, informa Efe.

## Premio San Alberto Magno al Mérito Científico: Profesor Javier García Martínez Presidente de la IUPAC



Uno de los momentos más especiales de 2022, fue recibir el premio San Alberto al Mérito Científico de manos de mis colegas y amigos del Colegio Químicos de Asturias y León y de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias.

En las bases de este premio se estipula que “está destinado a reconocer públicamente los méritos relevantes y el agradecimiento corporativo a una actividad distinguida de las citadas en el párrafo anterior, desarrolladas preferentemente en el Principado de Asturias”. Por eso es para mí, este premio es especialmente querido; porque me une aún más a una tierra en la que tengo tantos y tan buenos amigos y colegas. He visitado el Principado en numerosas ocasiones para dar conferencias en la Universidad de Oviedo, en institutos y en la Nueva España. Así mismo, he tenido la oportunidad de reunirme en varias ocasiones con el Colegio y la Asociación para tratar as-

pectos relacionados con nuestra profesión y su enseñanza. También he podido visitar varias industrias químicas en Asturias y conocer de primera mano el excelente e importante trabajo que llevan a cabo los profesionales químicos asturianos en la industria, la universidad, los institutos y los centros de investigación.

Por todo ello, para mí, el premio San Alberto al Mérito Científico va mucho más de un reconocimiento y significa un compromiso de servicio y amistad con los químicos asturianos.

Durante el acto de entrega, que se llevó a cabo en Facultad de Químicas de la Universidad de Oviedo, tuve la oportunidad de mencionar algunas de las actividades que llevamos a cabo en la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Actualmente, financiamos más de 180 proyectos internacionales. Coordinamos acciones con otros organismos globales para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Organizamos actividades educativas y formativas para fomentar las vocaciones científicas. Publicamos algunos de los mayores avances en química y llevamos a cabo o apoyamos decenas de congresos científicos en todo el mundo. También coordinamos el Año Internacional de la Ciencia Básica para el Desarrollo Sostenible; una iniciativa de Naciones Unidas para encontrar soluciones basadas en evidencias que nos ayuden a avanzar hacia la Agenda 2030.



INTERNATIONAL UNION OF  
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

Desde la presidencia de la IUPAC tengo la oportunidad de ayudar a jóvenes químicos de todo el mundo. En 2017, creamos la International Younger Chemists Network (IYCN) de la que forman parte cientos de jóvenes de más de 70 países. Y hemos hecho posible ChemVoices, una plataforma online para que jóvenes químicos de todo el mundo puedan colaborar, compartir sus proyectos y presentar los resultados de su investigación. Gracias a éstas y otras iniciativas similares, se han desarrollado nuevos proyectos de investigación entre jóvenes de todo el mundo que se han publicado en las mejores revistas y dado lugar a patentes y empresas de base tecnológica.

En España, la química supone creación de valor, de empleo y opciones más sostenibles. Un buen ejemplo de lo que digo es la inversión de 10.000 millones de euros y los 85.000 puestos de trabajo que se van a crear en nuestro país para generar metanol verde, tal y como acaba de anunciar la multinacional, Maersk. Este megaproyecto permitirá sustituir el gasoil por una alternativa mucho más sostenible en el transporte marítimo.

La descarbonización de la economía europea en 2050 supone una oportunidad excepcional para España. Una oportunidad para la que nuestro país está preparado. Nuestra industria química genera 700.000 puestos de trabajo directos e indirectos, contribuye con el 5,6% al PIB nacional y es el segundo sector con mayor cifra de exportación de la economía española.

Durante mi conferencia titulada "Química Circular: Cómo crear una nueva economía a escala molecular", destacué algunos de los

avances más importantes de los últimos años. Por ejemplo, hoy es posible transformar  $\text{CO}_2$  en combustibles simplemente con agua y luz solar. Nuevos materiales han permitido que la eficiencia de las celdas solares supere el 40%. La inteligencia artificial aplicada a la química nos muestra cómo podemos utilizar todo tipo de residuos para generar moléculas complejas.

Por otro lado, la hoja artificial supone una oportunidad excepcional para generar hidrógeno verde directamente con luz solar, sin necesidad de electricidad, como las hojas utilizan la fotosíntesis para producir todo lo que necesitan a partir de agua,  $\text{CO}_2$  y la luz del sol.

Todos estos avances nos permiten soñar con una nueva economía más sostenible, pero que requiere pensar, imaginar y enseñar la química de una forma radicalmente distinta. Este cambio de paradigma consiste en diseñar las moléculas y los procesos desde la sostenibilidad, considerando la reducción del impacto medioambiental desde el principio. Ahora, simplemente reciclamos. Es decir, intentamos dar nueva vida a productos que no han sido pensados para ser reutilizados. La química circular es fundamentalmente diferente. Consiste en que todo lo que hacemos

esté diseñado para que pueda reutilizarse. De forma similar a cómo la naturaleza aprovecha todo aquello que produce.

En mi conferencia presenté también el libro "La nomenclatura química y



*normas de la IUPAC en español*” que es la primera obra que en un solo volumen recoge las reglas para nombrar todas las cosas, que ha sido revisado y aprobado por el organismo internacional que gobierna la química mundial. Se trata por lo tanto de una herramienta eficaz y segura para que todos los estudiantes de habla hispana puedan aprender el idioma de las moléculas.

Este libro ha sido posible gracias al trabajo riguroso y cuidado de los profesores Efraím Reyes y Pascual Román que llevaron a cabo la traducción de las normas de la IUPAC del inglés al español y al Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Rioja que ha publicado este libro y además lo ha puesto en internet de forma completamente gratuita. A día de hoy, más de 5.000 personas se han descargado esta obra, lo que, sin duda, contribuirá a la estandarización de la lengua

química en español y a evitar a la proliferación de términos que se habían extendido en los últimos años.

Quiero aprovechar esta oportunidad para dar la enhorabuena a Rebeca González que recibió el premio a la mejor tesis doctoral, a Jorge González, premio al mejor trabajo de investigación y a las personas que recibieron las insignias y diplomas por sus 25 y 50 años como colegiados.

Una vez más, muchas gracias por este reconocimiento que me une, si cabe, aún más a Asturias y que significa un compromiso para continuar sirviendo a la comunidad química internacional, a trabajar por una química más sostenible y seguir apoyando a los jóvenes científicos para que puedan hacer realidad su sueño de construir un futuro con esfuerzo, inteligencia e investigación.

Ciencias

Ciencias

## MATRÍCULA ABIERTA

Universidad de Oviedo  
**TÍTULOS PROPIOS**

2022-2023

Máster en  
Dirección Técnica  
de Laboratorios  
Farmacéuticos

Universidad de Oviedo  
**TÍTULOS PROPIOS**

2022-2023

Máster Internacional en  
Operación y Mantenimiento  
de Plantas de  
Tratamiento de Aguas



# Premio San Alberto Magno a la Tesis Doctoral: Dra. Rebeca González



*“Complejos semi-sandwich de rutenio y osmio con ligandos clorofosfina, ácidos fosfinosos y fosfinitos: Aplicaciones catalíticas”*

La química es sin duda un motor socio-económico fundamental ya que permite el acceso a una amplia gama de productos que cubren las necesidades básicas de nuestra sociedad, tales como fertilizantes, combustibles, fármacos, adhesivos, detergentes, etc. Aunque todos estos productos se sintetizan empleando distintos métodos, y sus aplicaciones son también muy diferentes, muchos de ellos tienen un nexo común: la catálisis.

Los catalizadores juegan un papel clave en muchos procesos relevantes para la sociedad como, por ejemplo, en la producción de combustibles, en el funcionamiento de los motores de los coches, en la reducción de la contaminación del aire y el agua, en la preparación de cosméticos y fragancias, o en la síntesis de compuestos farmacológicamente activos.

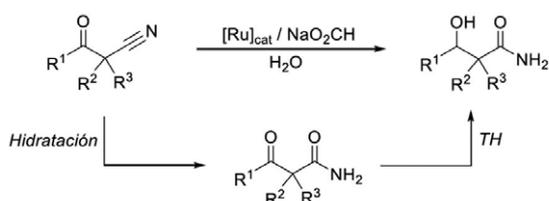
Por otro lado, y de acuerdo con los criterios de sostenibilidad impuestos por la llamada “Química Verde”, otro aspecto de gran interés actual es el desarrollo de procesos capaces de operar en medios de reacción alternativos a los disolventes derivados del petróleo. Los disolventes constituyen el 80-90% de la masa utilizada en la mayoría de los procesos químicos, por lo que es necesario sustituir los disolventes orgánicos clásicos por otros medios de reacción que presenten características más respetuosas con el medioambiente. En este contexto, los fluidos supercríticos, los compuestos perfluorados, los líquidos iónicos, los disolventes eutécticos y el

agua han sido ampliamente estudiados durante los últimos años como medios de reacción alternativos. Entre ellos, el agua es posiblemente la alternativa más atractiva, no sólo por estar disponible en la naturaleza, ser inocua y de bajo coste, sino también porque, desde un punto de vista químico, es capaz de formar fácilmente enlaces de hidrógeno que pueden estabilizar los estados de transición implicados en una reacción y, en consecuencia, disminuir la energía de activación necesaria para que ésta tenga lugar. No es de extrañar, por tanto, que el desarrollo de procesos catalíticos promovidos por complejos metálicos en medio acuoso haya suscitado un enorme interés en la comunidad científica.

Teniendo en cuenta este contexto, el objetivo de esta tesis doctoral fue el desarrollo de nuevos catalizadores hidrosolubles de rutenio(II) y osmio(II) con ligandos potencialmente cooperativos, activos en transformaciones orgánicas de interés sintético e industrial que transcurriesen con economía de átomos y en medio acuoso.

Así, en el primer capítulo de este trabajo se ha descrito la síntesis y la caracterización de una familia de compuestos rutenio(II)-areno con ligandos de tipo clorofosfina, de fórmula general  $[RuCl_2(\eta^6\text{-p-cimeno})(PR_2Cl)]$ , que se emplearon con éxito como pre-catalizadores en reacciones de hidratación de nitrilos en las correspondientes amidas primarias. Cabe señalar que estos complejos resultaron ser altamente efectivos y

selectivos, además de ser capaces de trabajar en condiciones suaves. Del mismo modo, con el complejo más activo se desarrollaron rutas eficientes para la obtención de  $\beta$ -cetoamidas y  $\beta$ -hidroxiamidas (compuestos de elevado interés sintético) a partir de  $\beta$ -cetonitrilos a través de procesos de hidratación y tándem hidratación/transferencia de hidrógeno, respectivamente, procesos que hasta ese momento no contaban con precedentes bibliográficos.



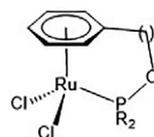
**Esquema 1.** Proceso tándem catalizado por rutenio(II) para la obtención de  $\beta$ -hidroxiamidas a partir de  $\beta$ -cetonitrilos.

En el Capítulo 2, se abordaron reacciones de hidratación de enlaces C $\equiv$ N de organonitrilos y cianamidas en medio acuoso catalizadas por complejos semi-sandwich de osmio(II) con ligandos de tipo ácido fosfinoso y amino-fosfina. Todos los complejos preparados mostraron ser activos y selectivos en el proceso, siendo los primeros catalizadores homogéneos de osmio descritos hasta la fecha en la bibliografía capaces de promover la hidratación de nitrilos en ausencia de co-disolventes orgánicos y co-catalizadores.

En el Capítulo 3 se presentó la síntesis y caracterización de una familia de compuestos organometálicos de rutenio(II) de fórmula general  $[\text{RuCl}_2(\eta^6\text{-C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})(\text{PR}_2\text{OH})]$  (R = grupo alquilo, arilo o alcóxido), que fueron capaces de promover de manera eficiente y selectiva reacciones de isomerización de alilbencenos y de arilación de enlaces C(sp<sup>2</sup>)-H empleando agua pura como disolvente. Cabe destacar que estos derivados fueron los primeros complejos con ligandos de tipo ácido fosfinoso que mostraron ser catalíticamente activos en procesos de isomerización de olefinas. Además, también hay que destacar que la

aplicación de ácidos fosfinosos como ligandos en procesos de activación de enlaces C(sp<sup>2</sup>)-H en medio únicamente acuoso no contaba con precedentes bibliográficos hasta la fecha.

Y, en el último capítulo, se desarrolló una ruta sintética eficiente y general para la obtención de complejos de rutenio(II) tipo “tethered” con ligandos fosfinito, i.e. los compuestos  $[\text{RuCl}_2\{\eta^6\text{-}\kappa(1(\text{P})\text{-C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_n\text{OPR}_2)\}]$  (n = 1, 2, 3; R = iPr, Ph). El potencial catalítico de estos derivados se evaluó en el acoplamiento deshidrogenativo de hidrosilanos y alcoholes, mostrando todos ellos una alta actividad en condiciones de reacción muy suaves.



**Figura 1.** Fórmula de los compuestos  $[\text{RuCl}_2\{\eta^6\text{-}\kappa(1(\text{P})\text{-C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_n\text{OPR}_2)\}]$  (n = 1, 2, 3; R = iPr, Ph).

Finalmente, me gustaría terminar estas líneas agradeciendo a mis directores de tesis, el Dr. Victorio Cadierno y la Dra. Pascale Crochet, por su confianza, apoyo, dedicación y compromiso. A los Dres. Javier Borge, Ramón Menéndez e Isabel López, por su inestimable ayuda en áreas complementarias a la química organometálica, como son la difracción de Rayos X de monocristal y los cálculos teóricos. Agradecer también al grupo COMORCA por su apoyo económico y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la concesión de una beca de Formación para el Profesorado Universitario, financiación sin la que hubiera sido mucho más complicado realizar los estudios de doctorado y llevar a cabo esta tesis doctoral. Y, por último, me gustaría agradecer al Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León y a la Asociación de Químicos del Principado de Asturias, tanto por la concesión de este premio, que reconoce el trabajo y el esfuerzo de estos últimos años, como por su labor en el apoyo y la promoción de la Química y de la investigación.

# Premio San Alberto Magno al Trabajo de Investigación: Dr. Jorge González Rodríguez



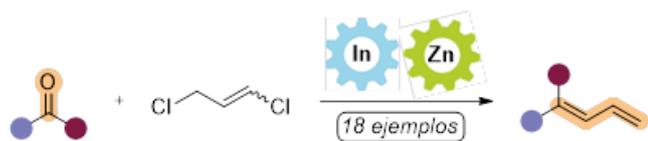
*Sistema cooperativo promovido por indio catalítico y zinc para la síntesis secuencial de (E)-1,3-dienos a partir de compuestos carbonílicos*

El pasado 19 de noviembre tuvo lugar el acto San Alberto Magno 2022, celebrado en honor al patrono de los estudiantes y practicantes de ciencias naturales, químicas y exactas. Durante el mismo, el Colegio de Químicos de Asturias y León y la Asociación de Químicos del Principado de Asturias, tuvieron a bien conceder al trabajo "A cooperative zinc/catalytic indium system for the stereoselective sequential synthesis of (E)-1,3-dienes from carbonyl compounds" el XXXVI Premio "San Alberto Magno" para Trabajos de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Este premio reconocía la contribución al campo de la química realizada por los distintos coautores firmantes del trabajo, a los que tengo el honor de representar en la escritura de este artículo, que ha sido producto de un esfuerzo conjunto.

El trabajo galardonado constituye un paradigma de la dirección actual que ha tomado la química organometálica, que destaca el diseño de nuevas metodologías que permitan la utilización de reactivos de forma catalítica y el desarrollo de protocolos en cascada concurrente. En primer lugar, la aproximación catalítica posibilita la explotación al máximo de las características sintéticas del metal utilizado, evitando problemas como su alto coste o su escasez en la Tierra permitiendo regenerar, mediante un ciclo de oxidación-reducción, el catalizador deseado a cambio del sacrificio de un metal más

barato y/o abundante. En segundo lugar, la aproximación en cascada da lugar a los productos deseados tras el transcurso de varias transformaciones químicas sin necesidad de aislar ningún sustrato intermedio, lo que permite la omisión de pasos tediosos de purificación, así como el ahorro de disolventes orgánicos, dando lugar a una metodología más sostenible, rápida y de menor coste.

El artículo en cuestión, firmado por el Dr. Jorge González Rodríguez y los profesores Raquel María González Soengas y Humberto Rodríguez Solla, pertenecientes al Departamento de Química Orgánica e Inorgánica de la Universidad de Oviedo, aplica a la perfección ambos conceptos explicados anteriormente en la síntesis de productos de alto valor sintético como son los (E)-1,3-dienos. Para ello, se utilizan indio elemental como especie catalítica activa y zinc como metal de regeneración para llevar a cabo un primer paso de cloroalilación, permitiendo así utilizar solamente un 10 mol% de In, un metal escaso en la corteza terrestre. A continuación, el Zn se aprovecha también de forma concurrente en la  $\beta$ -eliminación de las clorhidrinas resultantes para obtener los (E)-1,3-dienos objetivo, resultando en una síntesis altamente sostenible que permite acceder a productos muy importantes tanto en la industria como a escala de laboratorio.



● = H, E/Z 90/10 to 98/2, rendimiento = 63-90%

● ≠ H, E/Z 72/28 to 92/8, rendimiento = 45-67%

La estructura 1,3-dieno es una unidad clave de muchos productos naturales y sintéticos que muestran diferentes actividades biológicas. Algunos ejemplos representativos pueden ser el Ergosterol, un precursor de la vitamina D<sub>2</sub>, el Zampanolide, un agente citotóxico o el antibiótico Tiacumicin B. Este grupo funcional también ha demostrado su utilidad y versatilidad en la síntesis orgánica moderna, sirviendo como precursor para muchas transformaciones químicas diferentes como, por ejemplo, polimerizaciones, adiciones conjugadas, hidrofuncionalizaciones, difuncionalizaciones, funcionalizaciones C-H, cicloadiciones y reacciones de acoplamiento cruzado, por lo que nuevas metodologías para la síntesis estereoselectiva de estos compuestos son altamente deseadas y buscadas por la comunidad científica.

En el plano industrial, los 1,3-dienos tienen también mucha importancia. Por ejemplo, el 1-buta-3-dieno se produce en altos hornos a gran escala (más de 10 millones de toneladas al año) en todo el mundo, ya que es un monómero útil para la fabricación de goma sintética. Otros dienos, como el isopreno y el mirceno, también son fabricados a escala multitonelada y utilizados como precursores de otras moléculas más complejas y útiles, principalmente en la industria de polímeros.

Muchas estrategias diferentes han sido ya publicadas con el objetivo de obtener estos derivados. Entre ellas, se pueden destacar diferentes reacciones catalizadas por metales de transición como, por ejemplo, reacciones de acoplamiento cruzado, carbometalaciones y metátesis de olefinas; procedimientos también

de reagrupamiento a partir de grupos funcionales con el mismo estado de oxidación, como alenos o alquinos; y diversas modificaciones diferentes de las olefinaciones clásicas de Wittig, Horner-Wadsworth-Emmons, Julia-Kocienski y Peterson. Sin embargo, a pesar de los grandes esfuerzos dedicados al desarrollo de metodologías para la síntesis de estos sustratos, ninguna estrategia hasta la fecha permite instalar el grupo funcional 1,3-dieno en un solo paso, sin el uso de metales de alto coste, en condiciones suaves, toxicidad baja y a partir de reactivos comerciales y de bajo coste con excelentes regio- y estereoselectividades.

Profundizando más en el proceso, nuestro trabajo describe un primer paso de cloroalilación regioselectiva promovida por indio con 1,3-dicloropropeno, que da lugar a un alcoholato de indio. El enlace C-Cl de este alcoholato es metalado por el exceso de Zn presente en el medio, resultando en un equilibrio metalotrópico con interacciones intramoleculares entre el grupo alcoholato y el ZnII, debido a la acidez de Lewis del mismo, dando lugar a dos intermedios de tipo media silla. En este intermedio, el grupo de mayor tamaño adoptaría la posición ecuatorial dotando a esta especie de mayor estabilidad. Un proceso de eliminación tipo E1cB a partir de este intermedio de reacción explicaría entonces tanto la reactividad que tiene lugar como la estereoselectividad observada, permitiendo acceder a los distintos (E)-1,3-dienos aislados en este trabajo. A través de esta metodología, fue posible acceder a 18 dienos distintos derivados de productos de interés, como pueden ser la formilcromona o incluso derivados de azúcares.

Entre los logros alcanzados en este proyecto, se encuentra la publicación, por primera vez, de un protocolo sintético que permite acceder a (E)-1,3-dienos con altos rendimientos y selectividades en un solo paso. Además, los reactivos

# PREMIOS COLEGIO/ASOCIACIÓN

utilizados tienen bajo coste y las condiciones de reacción son suaves, utilizando mayoritariamente agua como disolvente. La estereoquímica de estos dienos no solo es clave en la realización de nuevas transformaciones químicas, sino que también influye de forma significativa sus propiedades físicas y biológicas, por lo que resulta esencial que las metodologías elegidas para su síntesis sean estereoselectivas. Teniendo en cuenta los muchos y variados compuestos naturales y bioactivos (como los citados anteriormente) que existen, así como los diferentes procesos industriales que, tanto en la industria de polímeros como química, requieren de la utilización de estos sustratos como productos de partida, la ruta sintética desarrollada por nuestro grupo de investigación podría ser aplicada en la preparación de algunos de estos compuestos de interés en un futuro próximo.

El trabajo de investigación completo fue publicado en la prestigiosa revista de química orgánica *Organic Chemistry Frontiers*, perteneciente a RSC publishing (*Org. Chem. Front.* 2021, 8, 591-598), forma parte de la Tesis Doctoral del Dr. Jorge González Rodríguez (Universidad de Oviedo, 2022) y, finalmente, obtuvo el premio

por el cual se concedió la invitación para escribir este artículo.

En el plano personal, la concesión de este premio significa para mí un broche de oro al trabajo realizado durante estos últimos cinco años en la Universidad de Oviedo, durante los cuales he tenido la gran oportunidad de conocer a compañeros maravillosos y de ser dirigido por dos excelentes investigadores, como son los profesores Raquel González Soengas y Humberto Rodríguez Solla, que me han guiado durante la realización de mi Tesis Doctoral y enseñado todas las herramientas necesarias para poder desarrollar mis proyectos. Durante este largo camino, me he enamorado tanto de esta disciplina como de la investigación en sí, que espero llevar de la mano durante el resto de mi vida.

Por último, quisiera despedirme agradeciendo profundamente al Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León, a la Asociación de Químicos del Principado de Asturias y, por supuesto, a la periodista Doña Isolina Cueli de la Llera, por su generosa donación en memoria de su marido, el químico José Luis García Vallina, en mi nombre y en el de todos los compañeros premiados, el enorme reconocimiento que supone este premio.

## CURSO PREPARATORIO DEL QIR

¡Abierta la preinscripción  
curso 2023-2024!

Modalidad presencial y online 



Colegio Oficial  
de QUÍMICOS de  
Asturias y León

Teléfono: 985 234 742

E-mail: [info@alquimicos.com](mailto:info@alquimicos.com)

Web: [www.alquimicos.com](http://www.alquimicos.com)



Asociación de  
QUÍMICOS del  
Principado de Asturias

## Premio Asociación de Químicos de Castilla y León 2022 a J. Angel Redondo

*La celebración de San Alberto Magno fue el marco donde se hizo entrega del galardón que otorga la Asociación de Químicos de Castilla y León*



La **Asociación de Químicos de Castilla y León** hizo entrega, el pasado 19 de noviembre en León, del **Premio AQCyL 2022** (undécima edición) al químico leonés **D. José Ángel Redondo Rodríguez**, en reconocimiento al mérito de su excelente trayectoria profesional al frente del área técnica de la empresa familiar Productos Rebeca, con casi 100 años de historia, en tercera generación y con vocación de futuro.

El acto conmemorativo de la **festividad de San Alberto** fue el marco donde **D. José Ángel Redondo** recibió este premio, cuyo objetivo es galardonar la labor científica, técnica, cultural, social y humanitaria realizada por personas, instituciones, grupos de personas en el ámbito regional de la comunidad autónoma de Castilla y León, en sintonía con los objetivos de la Asociación.

Su compañera profesional, **Dña. Mariluz Alonso**, vicepresidenta de AQCyL, quien le propuso como candidato al premio, comenzó destacando su intenso trabajo en la pandemia: «coordinó tanto la producción como el control de calidad del hipoclorito sódico y sus derivados, que llegaron a duplicarse en este periodo. Además, en tales circunstancias de crisis sanitaria y debido a las numerosas consultas recibidas, tuvo la iniciativa de desarrollar una app gratuita para cálculos requeridos en manuales y procedimientos de trabajo de hospitales, residencias de ancianos, instalaciones deportivas y todas aquellas actividades donde sea necesaria la limpieza y desinfección».

D. José Ángel, tras recibir el premio de manos del presidente de la Asociación, **D. Fernando Villafañe**, tuvo palabras de agradecimiento hacia la junta directiva y dedicó emocionado este reconocimiento a su padre Epifanio, primer químico de la familia, y a su hijo Guillermo, también químico. Terminó dirigiéndose a los jóvenes «No escojáis el camino fácil, el camino fácil da menos satisfacciones. Buscad lo que os guste, aunque sea complicado y adelante».

**D. José Ángel Redondo Rodríguez**, es licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Oviedo. Desde 1985, año en que se tituló, ha desarrollado su actividad profesional en León en la industria manufacturera Productos Rebeca, S.A.

# PREMIOS COLEGIO/ASOCIACIÓN

como director de laboratorio y control de calidad e I+D, desarrollando diversas líneas de productos para el tratamiento de agua, tanto de piscinas como de consumo humano, entre otros.

## Sobre Productos Rebeca

Productos Rebeca S.A. es una empresa familiar que tuvo su origen en el año 1933 cuando los abuelos de José Ángel, Epifanía Sanz Bueno y Victorino Redondo García, compraron el negocio a D. Julio Sahagún por 1.300 pesetas.

La empresa, cuyas instalaciones actuales se ubican en el municipio de Navatejera (León), está dedicada principalmente a la fabricación de lejía y productos para el tratamiento del agua tanto de piscinas como de consumo humano, así como la comercialización de productos de limpieza, desinfección e higiene industrial.

En 2002, Productos Rebeca aumentó su actividad, ofreciendo servicios de instalación y mantenimiento de equipos de dosificación y control, tanto de agua potable para municipios, industrias y hostelería, como para aguas de piscinas, públicas principalmente, a través de su filial Baldi Profesional, S.L.

En 2017 la empresa participó en el desarrollo, junto a Bladi Profesional, S.L. y Táctica Tic, S.L. del software "Senpool", cuyo objetivo es el control, gestión y notificación de mediciones de parámetros fisicoquímicos en las aguas de las piscinas acorde a la normativa técnico-sanitaria aplicable.

En la actualidad, las metas que persigue Productos Rebeca son la consolidación de su transformación digital y la planificación de la sucesión escalonada de su equipo directivo, que comprende tres grandes áreas: la técnica, la comercial y la administrativa.

**1. Jose Angel, qué sientes ante este premio que te han otorgado tus compañeros de CyL.**



Siento que se me ha concedido un gran honor y al mismo tiempo un profundo agradecimiento, aunque pienso que aún me faltaban algunos méritos más para un premio de esta categoría.

**2. ¿Crees que tus iniciativas desinteresadas y tu intenso trabajo durante la pandemia, ha sido el detonante a la hora de ser merecedor de este premio? ¿Piensas que la pandemia ha sido una oportunidad para el sector industrial que representáis?**

Diría que la pandemia hizo más visible el trabajo de algunas profesiones, entre ellas la nuestra, la Química, y de paso ayudó a mejorar la percepción que se tiene de ella. Quizás el hecho de haber estado en primera línea, no lo sé, haya llamado la atención de los compañeros encargados de otorgar este premio.

Sí, desde luego, la pandemia ha supuesto una oportunidad para demostrar nuestra capacidad de respuesta y un alto grado de flexibilidad y adaptación a situaciones excepcionales, y al mismo tiempo que se conozca un poco más nuestra actividad industrial y la importancia que se merece y puede llegar a tener.

### **3. Cuéntanos como fue tu afición por la Química dentro de saga familiar. ¿Ha tenido que ver algo vuestra empresa?**

Mi afición por la Química la despertó fundamentalmente un profesor durante el bachillerato, aunque mi padre, también Químico, me animó y me dio todo tipo de facilidades.

### **4. ¿Cuáles son tus responsabilidades, dentro de la gestión de vuestra empresa?**

Oficialmente soy el jefe del laboratorio pero en la práctica colaboro en cualquier cuestión técnica sea o no de mi responsabilidad, bien como asesor y/o interlocutor, ya que somos una empresa pequeña, por lo que me he convertido en un aprendiz de mucho y un maestro de nada.

### **5. Un hijo tuyo ha seguido los pasos de su padre... ¿Cómo crees que se podría apoyar la búsqueda de salidas profesionales para nuestros jóvenes titulados químicos?**

Sí, mi hijo mayor está actualmente haciendo el doctorado en Química. Nuestras Instituciones, como el Colegio y la Facultad, son las que mejor pueden apoyar a nuestros jóvenes titulados, y sino las únicas sí las que más involucradas están en este momento. Lo que me parece imprescindible es que estemos unidos como es nuestro caso en el Colegio de Químicos de Asturias y León y la Facultad de Química de Oviedo. Aún así creo que los estudiantes y recién titulados deberían participar activamente y dejar de pensar que lo de Colegiarse no sirve.

Salidas profesionales hay muchas, he conocido químicos en todo tipo de puestos, tanto técnicos como de gestión, y otros trabajando en áreas que poco o nada tienen que ver con la Química. Nuestra formación es la de una ciencia básica lo que permite una posterior especialización en muchísimas ramas de la ciencia y la técnica que no procede citar aquí por su gran extensión.

### **6. Crees que se está fomentando el empleo entre los jóvenes egresados? Y que aconsejarías a los jóvenes estudiantes que están finalizando sus estudios en aras de obtener un trabajo acorde con su formación y desarrollo.**

Sí, creo que se está fomentando, tanto desde nuestro Colegio como desde otras Instituciones como la Facultad de Química, y otras de forma menos específica. A pesar de la diferencia de edad y visión de futuro que nos separa, les recomendaría lo que hasta ahora siempre ha funcionado, trabajo duro, insistente y disciplinado, y asumir que los resultados así como la gratificación y los premios no son inmediatos, tardan en llegar. Y también, por supuesto, que estén abiertos para aprender y a cambiar a lo largo de toda su vida profesional.

### **7. Como ves el futuro de la Química y de los Químicos impulsados por la tan nombrada "transformación digital".**

Creo que la transformación digital cambiará todo. En lo que se refiere a la Química y a los Químicos percibo que es una oportunidad más que una amenaza. Mi experiencia en este campo todavía es pequeña, pero hasta el momento me ha resultado apasionante.

### **8. Como ves el futuro de los Colegios profesionales como el nuestro y en particular El Colegio de Químicos de Asturias y León?**

Ni mal ni bien, pero necesario y con dificultades por supuesto. Por lo que he podido percibir hablando con profesionales de otros Colegios pequeños como el nuestro es que todos tenemos muchos problemas en común, principalmente un escaso interés de nuestros colegiados por las actividades que se desarrollan pero al mismo tiempo sin involucrarse lo más mínimo en aportar ideas y/o soluciones, ya no digo trabajo, para mejorar.

# XII Aniversario Ciclo de Cine

## “La química en nuestras vidas”

### Oviedo 2023

Ignacio Cuesta



## EXTRAÑOS EN UN TREN

6 febrero 2023

**AÑO:** 1951

**DIRECTOR:** Alfred Hitchcock

**REPARTO:** Farley Granger, Ruth Roman, Robert Walker, Leo G. Carroll, Patricia Hitchcock, Howard St. John, Laura Elliott, Marion Lorne.

**SINOPSIS:** Inspirada en la novela homónima de Patricia Higsmitth. Durante un viaje en tren, Guy, un joven campeón de tenis (Farley Granger), es abordado por Bruno (Walker), un joven que conoce su vida y milagros a través de la prensa. Inesperadamente, le propone un doble asesinato, pero intercambiando las víctimas con el fin de garantizarse recíprocamente la impunidad. Así podrían resolver sus respectivos problemas: él suprimiría a la mujer de Guy (que no quiere concederle el divorcio) y, a cambio, Guy debería asesinar al padre de Bruno para que éste pudiera heredar una gran fortuna y vivir a su aire.



## OPERACIÓN CROSSBOW

13 febrero 2023

**AÑO:** 1965

**DIRECTOR:** Michael Anderson

**REPARTO:** Sophia Loren, George Peppard, Trevor Howard, John Mills, Richard Johnson, Tom Courtenay, Jeremy Kemp, Paul Henreid, Anthony Quayle, Lilli Palmer, Barbara Rutting, Sylvia Syms, Patrick

Wymark, Helmut Dantine, Richard Todd.

**SINOPSIS:** Durante la II Guerra Mundial (1939-1945), a un comando secreto de las fuerzas aliadas le encargan la misión de localizar una fábrica donde ingenieros alemanes están trabajando en la creación de un nuevo y poderoso misil. Uno de los agentes logrará infiltrarse en la factoría.



## LA CAÍDA DE LOS DIOS

20 febrero 2023

**AÑO:** 1969

**DIRECTOR:** Luchino Visconti

**REPARTO:** Dirk Bogarde, Ingrid Thulin, Helmut Griem, Helmut Berger, Renaud Verley, Umberto Orsini, Reinhard Kolldehoff, Albrecht Schönhals, Florinda Bolkan, Nora Ricci, Charlotte Rampling, Irina Vanka, Karin.

**SINOPSIS:** Crónica sobre las vicisitudes de los Essenbeck, una familia de la alta burguesía alemana propietaria de una importante empresa siderúrgica. La historia se extiende desde el incendio del Reichstag (1933) hasta la “Noche de los cuchillos largos” (1934), durante la cual tuvo lugar la matanza de los miembros de las SA. Tras la subida al poder del nacionalsocialismo, la familia discute qué posición debe adoptar respecto al nuevo régimen. Sólo uno de sus miembros, Herbert, se niega a apoyarlo, sobre todo a raíz del incendio del Parlamento alemán, razón por la cual tendrá que huir dejando en Alemania a su esposa y a sus hijas. Los Essenbeck no podrán evitar verse envueltos en las luchas de poder entre las distintas facciones del régimen.

Estamos a punto de terminar un año con la esperanza de que la pandemia padecida en nuestro país con tan funestos resultados esté tocando a su fin. Queda todo un periodo de reflexión posterior para implementar los cambios sociales de convivencia que será obligado acometer, alguno de los cuales ya mencionamos en ciclos anteriores.

Como punto de encuentro y observación les hablaremos de tres temas de los que es imposible sustraerse en este territorio, porque los medios de comunicación los mencionan cada día.

- EL TREN QUE VIENE
- LA GUERRA EN DIRECTO
- EL HIERRO DEL MUNDO

### EXTRAÑOS EN UN TREN

Fuimos testigos de la máquina de vapor, de los automotores, el tren diésel, el eléctrico y pronto de esa especie de "alta velocidad" que se llamará "Avril" en lugar de "Alvia" y que nos llevará a la misma velocidad que el actual cuando va por las llanuras y cuya única ventaja va a ser acortar el trazado actual bajo las montañas, que no es poco.

El impulso de los trenes se realiza con motores térmicos o eléctricos. Los térmicos necesitan una combustión de sustancias sólidas o líquidas bien sean carbones o diésel. Los eléctricos se mueven por la corriente que obtienen de generadores eléctricos externos transportada por un cable suspendido de la catenaria que a su vez, conecta con los motores mediante el pantógrafo.

En la tracción de vapor, el carbón mineral sólido son **antracitas, hullas lignitos y turbas** y con los combustibles líquidos se usa el **petróleo** como fuente principal de los **hidrocarburos**. Lo más importante aquí es el rendimiento calorífico, muy bajo, porque en una locomotora de vapor está entre el 6% y el 10% y en un diésel puede llegar al 30% con su consiguiente impacto económico. Consecuentemente las mezclas de componentes y su aprovisionamiento son fundamentales para que los generadores de corriente optimicen las reacciones exotérmicas descritas cualitativamente:

**Carbones:**  $C + O_2 = CO_2$

**Hidrocarburos:**  $C_nH_m + O_2 = CO_2 + H_2O$

Las luces de los faros pasaron de ser de aceite a lámparas de carburo, paradigma de la mejor química, cuando el carburo **calcico**  $CaC_2$  reacciona con agua produciendo **acetileno** ( $C_2H_2$ ) que arde con luz brillante proporcionando a su vez **hidróxido calcico**. Con la iluminación eléctrica, pasamos ya a baterías electrolíticas y luego a generadores eléctricos de varios tipos, acoplados a los motores de tracción.

Mantenemos todavía el **hierro** y el **aluminio** en las carrocerías expuestas a la corrosión y la combatimos en el hierro, con la incorporación de **romo, molibdeno, níquel y wolframio** a la espera de la sustitución en un futuro de las piezas de metal por polímeros reforzados con fibras en base a **resinas epoxi** que permiten reducción de peso y diseños modulares.

Las vías del tren van pasando todas a **cemento** de diferentes formulaciones que se apoyan en balasto con **base caliza** o mejor de **sílice ( $SiO_2$ )**. El paisaje lo vemos a través de vidrios especiales fundiendo **carbonato sódico, piedra caliza y arena** con diferentes composiciones del tipo  $Na_2O.CaO.6SiO_2$ .

Conformémonos con todo esto, a la espera de los trenes Maglev de levitación magnética que llegan ya a 600 Km/h con absoluta seguridad y ya están funcionando en pruebas en numerosos países. Nosotros de momento no necesitaremos mejorar con el tren que nos llega la adherencia de frenada sin añadir a la vía  **$SiO_2$**  como se hacía antaño.

### OPERACIÓN CROSSBOW

Este año tenemos en Ucrania una guerra importante, una guerra casi por correspondencia donde asistimos desde el sillón de la televisión a las desgracias que conlleva tanta destrucción, muertes, heridos y refugiados. Ahora se evita el combate cuerpo a cuerpo mediante ingenios técnicos de última generación. **Cohetes, misiles y drones** son la combinación perfecta de la física y la química para el avance de las ciencias en el campo bélico.

Pues bien, estos ingenios no existirían sin la energía propulsora almacenada de los productos químicos que llevan incorporados, como **combustibles sólidos, líquidos** o en forma de **baterías suministradoras de corriente eléctrica**. En sus formulaciones y desarrollos siempre están investigadores químicos optimizando las composiciones moleculares en los campos de prueba.

La bomba V-1 alemana fue el primer misil guiado precursor de los actuales misiles de crucero

en el año 1944. Pero el posterior cohete V-2 si es el verdadero predecesor de toda la astronáutica moderna como misil balístico de combate. Desde las V-1 y las V-2 precursoras de la nueva era, hasta el cohete más potente que existe en el mundo, el SLS utilizado por la NASA en el lanzamiento de la nave ORION en la reciente misión Artemisa 1 con destino a la luna, todas las naves usan motores de reacción con combustibles y formulaciones químicas.

Los investigadores han definido los propulsores de cohetes y misiles en estado sólido, líquido, gaseoso o mixto para impulsar los ingenios espaciales de diferentes modelos con o sin retorno, capsulas, satélites o simplemente material explosivo en busca de blancos prefijados.

Ejemplos de propulsores solos o combinados son el **Hidrógeno líquido, Oxígeno líquido, Hidrato de Hidracina, Tetróxido de Nitrógeno, Queroseno, Peróxido de Hidrógeno** y algunos más. Como combustibles sólidos tenemos metales en forma de polvo como el **Magnesio, Aluminio o Zirconio** y sus oxidantes necesarios **Nitrato Amónico o Perclorato de Sodio**, generalmente mezclados con un aglutinante y envasados en una carcasa. Para propulsores gaseosos se usan gases como el **Xenón** cuyos iones son acelerados por un campo electromagnético y expulsados a grandes velocidades.

Nos queda hablar de una última moda tecnológica de gran utilidad que ha venido para quedarse. Se trata de los **Drones** que, conocidos ya desde principios del pasado siglo, su uso ha crecido de forma exponencial por el avance de las nuevas tecnologías, usos y diseños. Con precios oscilantes por unidad entre los 20 euros para juegos y los 220 millones de dólares para temas más serios. Sus baterías generalmente son de litio y sus reacciones químicas redox limitan la autonomía tiempo de vuelo, carga de transporte y condicionantes del plan de vuelo.

**Es el futuro**, no lo duden, porque además de volar en enjambres como los pájaros actúan de mensajeros de vida o muerte con muy poco coste.

## LA CAÍDA DE LOS DIOS

Finalmente, completamos este XII ciclo de cine, pensando en el **Hierro Metal**. Un elemento que al ser el cuarto más abundante, en la corteza terrestre, parece vulgar, pero que es indispensable para la vida, al jugar un papel vital en la oxigenación y metabolismo de la mayor parte de las células.

En Asturias, conocemos la importancia de la producción de acero y de los buenos resultados socioeconómicos que supone el funcionamiento competitivo de estas mega factorías. Fácil de obtener por reducción de sus minerales, su aplicación es masiva en forma de productos siderúrgicos.

Esta reducción de los **óxidos de hierro** para dar lugar a la **escoria y el arrabio**, se realiza en presencia de **coque y carbonato cálcico** en todo el mundo, pero el cambio climático y la descarbonización del planeta marcan un giro radical en la forma de producir el acero.

La nueva siderurgia utilizará como reductor el **Hidrógeno verde** generado mediante electrolisis del agua produciendo simultáneamente **Oxígeno**. Se hace a partir de fuentes renovables, eólica, solar hidráulica o marina mediante dos electrodos sumergidos en agua y conectados a la fuente de alimentación que produce la reacción química de Oxidación-Reducción.

Ya no asociaremos siderurgia con contaminación de humos y gases. El **H<sub>2</sub>** será el vector energético que nos permita llegar a la energía totalmente renovable y abrir las puertas a las pilas de hidrógeno para almacenar y desplazar esta energía.

Como apunte final recuerden que para diferenciar el **H<sub>2</sub> verde** de otras fuentes del mismo gas llamamos **H<sub>2</sub> gris** al procedente de combustibles fósiles con el reformado del gas natural, **H<sub>2</sub> azul** al mismo anterior, pero capturando en el proceso el CO<sub>2</sub> para que no contamine y finalmente **H<sub>2</sub> magenta** al procedente de la electrolisis del agua usando energía nuclear que ya es verde también.

# COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE ASTURIAS Y LEÓN

## JUNTA GENERAL ORDINARIA

Por acuerdo de Junta Directiva del 14 de febrero de 2023 se convoca a Junta General Ordinaria:

**Fecha:** 14 de marzo de 2023

**Primera convocatoria:** 18:00 h.

**Segunda convocatoria:** 18:30 h.

Fecha para solicitar  
participación on-line:  
10 de marzo

**PRESENCIAL**

Y

**ON-LINE**



### Orden del día:

1. Lectura y aprobación, si procede, del acta de la reunión anterior.
2. Presentación de cuentas de 2023 y aprobación si procede.
3. Nombramiento de interventores de acta.
4. Ruegos, preguntas y sugerencias.

# ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

## ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

Por acuerdo de Junta Directiva del 14 de febrero de 2023 se convoca a Junta General Ordinaria On-line:

**Fecha:** 14 de marzo de 2023

**Primera convocatoria:** 18:30 h.

**Segunda convocatoria:** 19:00 h.

Fecha para solicitar  
participación on-line:  
10 de marzo

**PRESENCIAL**

Y

**ON-LINE**



### Orden del día:

1. Lectura y aprobación, si procede, del acta de la reunión anterior.
2. Presentación de cuentas de 2022 y aprobación si procede.
3. Nombramiento de interventores de acta.
4. Ruegos, preguntas y sugerencias.

Los que deseen participar deben comunicarlo al Colegio antes de día 10 de marzo

**NOS GUSTA  
SER LA BANCA**  
*que siempre quisimos ser*

oficina  
**66**

*“Sin cita previa y puerta  
del despacho siempre  
abierta. Parecen  
anécdotas pero son  
toda una filosofía”.*

**Carlos Gayo.**

Hay muchas formas de definir **CERCANÍA**.  
Nosotros, preferimos hacerlo con ejemplos.



 113 oficinas  
en Asturias

 Nueva oficina  
digital

 120 cajeros  
en Asturias

 Servicio de  
atención digital

 [cajaruraldeasturias.com](http://cajaruraldeasturias.com)

 **CAJA RURAL  
DE ASTURIAS**