Revista de los Químicos de Asturias y León

Nº 84 - 3ª Época | Octubre 2025

alquimicos

D. Arturo Horta Poyal

Director Planta Verkor (Gigafactoria)

El IES Valle de Turón inaugura la primera tabla periódica interactiva en Lengua de Signos Española en un centro de enseñanza secundaria

II Jornada divulgación Mapa de Riesgo Químico en Asturias (MRQ)

San Alberto Magno 2025
15 de Noviembre

Convocatoria de elecciones Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León y Asociación de Químicos del Principado de Asturias

SUMARIO

ENTREVISTA

página 4. D. Arturo Horta Poyal (Director de Planta Verkor (Gigafactoria). Dunkerque (Francia).

EDUCACIÓN

página 9. El principio de conservación (equivalencia) de la energía. Un recorrido histórico (II).

DIVULGACIÓN

página 15. Las Tierras Raras.

JORNADAS CIENTÍFICAS

página 19. El IES Valle de Turón inaugura la primera tabla periódica interactiva en Lengua de Signos Española en un centro de enseñanza secundaria.

página 22. II Jornada divulgación Mapa de Riesgo Químico en Asturias (MRQ).

CONVOCATORIAS

página 24. Convocatoria de elecciones - Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León.

página 25. Convocatoria de elecciones - Asociación de Químicos del Principado de Asturias.

REDACCIÓN

página 26. El Principado suspende temporalmente las licencias para parques de baterías «ante la alarma social que se estaba generando».

Feliz día de San Alberto Magno a todos los Químicos de Asturias y León

*Cada noviembre, los Químicos celebramos una fecha que trasciende el calendario: el día de **San Alberto Magno,** patrón de nuestra profesión. Más allá de su dimensión festiva, esta conmemoración nos invita cada año a detenernos por un momento en medio de la actividad cotidiana para mirar hacia atrás, reconocer el camino recorrido y, sobre todo, proyectar el futuro de la Química como ciencia y como servicio a la sociedad.*

En San Alberto Magno convergen la razón y la fe, la teoría y la práctica, la reflexión y la acción: una síntesis que sigue inspirando a quienes dedicamos nuestra vida profesional a la Química en cualquiera de sus múltiples vertientes: industrial, docente, investigadora o técnica.

Su figura nos recuerda que la Química no es una ciencia aislada, sino una disciplina que se entrelaza con la naturaleza, la tecnología, la salud y el bienestar de las personas. En un momento en que el discurso público se debate entre la sostenibilidad, la transición energética y la innovación responsable, el papel del Químico adquiere una renovada relevancia. Nuestra labor contribuye de manera directa a los objetivos de desarrollo sostenible, a la descarbonización de la industria, a la gestión eficiente de los recursos y a la creación de materiales más seguros y respetuosos con el entorno.

Pero este año, la conmemoración de nuestro patrono coincide con otro acontecimiento de especial significado institucional: las elecciones a las Juntas Directivas tanto del Colegio como de la Asociación de Químicos. Se trata de un momento clave para la vida de nuestras organizaciones, en el que cada uno de nosotros tiene la oportunidad —y la responsabilidad— de participar activamente en la definición del rumbo que tomarán nuestras instituciones en los próximos años.

El Colegio y la Asociación no son unas estructuras abstractas ni unas entidades distantes: son la suma de sus asociados y colegiados, el reflejo del esfuerzo y las aspiraciones de todos los profesionales que lo integran. A través de ellas defendemos nuestros derechos, garantizamos la ética profesional, promovemos la formación continua y proyectamos la imagen pública del Químico en la sociedad.

Invitamos a todos los asociados y colegiados a participar en este proceso con el objetivo de fortalecer al Colegio y la Asociación como espacio de encuentro, diálogo y proyección de la Química en Asturias y León.

En un mundo que cambia a gran velocidad, los retos de nuestra profesión también evolucionan. La digitalización, la inteligencia artificial, la economía circular o la bioquímica avanzada plantean nuevos escenarios que exigen actualización constante y pensamiento crítico. Desde el Colegio y la Asociación debemos seguir impulsando actividades formativas, encuentros técnicos y colaboraciones con otras entidades académicas e industriales. La Química, en su pluralidad, demanda una comunidad profesional cohesionada, capaz de anticiparse a los desafíos y de comunicar con claridad el valor de su trabajo ante la sociedad.

*Por todo ello, el mes de noviembre es un momento propicio para renovar nuestra identidad profesional. Celebremos juntos el **Día de San Alberto Magno,** con el orgullo de pertenecer a una comunidad que sigue construyendo futuro desde la ciencia.*

Aprovechemos esta doble ocasión —la festividad y la renovación institucional— para reafirmar los valores que nos unen: el rigor, la honestidad, la curiosidad, la cooperación y la confianza en el conocimiento como motor de desarrollo. Que la inspiración de San Alberto Magno nos guíe en el trabajo diario y nos recuerde que, en la búsqueda de la verdad, la Química continúa siendo una de las más nobles expresiones del espíritu humano.

¡Feliz Día de San Alberto Magno a todos los Químicos de Asturias y León!

ALQUÍMICOS / Revista de los Químicos de Asturias y León / Nº 84 - 3ª Época / Octubre

Álvaro Fernández Suárez • José Carlos Rubio • Miguel Ferrero Fuertes • Mª 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

D. Arturo Horta Poyal

Director Planta Verkor (Gigafactoria). Dunkerque (Francia)

- Licenciado en Ciencias Químicas, en la especialidad de Química Industrial, por la Universidad Complutense de Madrid.
- Doctor en Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente por la Universidad de Oviedo.
- Master M.B.A. Ejecutivo por el Instituto Universitario de la Empresa (IUDE) de Oviedo.
- Premio Extraordinario de Licenciatura por la Universidad Complutense de Madrid.
- Premio Extraordinario de Doctorado por la Universidad de Oviedo.
- Premio San Alberto Magno de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias (AQPA) y el Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León (COQAL).
- Premio DuPont.
- Idiomas: Castellano, Inglés, Francés, Alemán, Holandés.

1. ¿Cuántos años llevas fuera de España y países que has visitado por trabajo?

Actualmente llevo 28 años viviendo y trabajando fuera de España, en 9 países diferentes:

Australia 1990-1991
Queensland University
Profesor Asociado
España 1991-1998
DuPont
Director de Laboratorio
Luxemburgo 1998-2005
DuPont
Director de negocio europeo
Estados Unidos 2005-2009
DuPont
Director de negocio global
Alemania 2009-2012
WL Gore
Director de Innovación
Reino Unido 2012-2014
WL Gore
Director de Tecnología
Bélgica 2014-2016
Greenseal Chemicals
CEO
Bélgica 2016-2022
Director de Proyectos
(Henkel, Lawter, Janssen Pharmaceuticals, UCB, Glaxo Smith Kline, Johnson & Johnson)
Japón 2022-2024
Harima Chemicals
Director de expansión de negocio
Francia 2024-2025
VERKOR (hoy)
Director de Planta
(GigaFactoría)

2. En todo este tiempo, ¿has estado acompañado de tu familia?

Si, siempre he estado con mi familia. Mi mujer y mis hijos me han acompañado y seguido por todo el mundo.

Mi mayor agradecimiento, reconocimiento, respeto, total admiración y mención especial son todos para mi mujer, Aline, que se sacrificó personalmente por la familia y dejó su trabajo en la Universidad de Oviedo para seguirme por todo el mundo. Sin ella, apoyándome en todo momento y estando siempre a mi lado, esta aventura nunca habría sido posible. Su inestimable e incondicional apoyo ha sido fundamental para el éxito de nuestra diáspora. Nunca podré agradecerte todo lo que has hecho por nosotros durante estos últimos 28 años. Gracias, Aline."

3. ¿Que aspectos destacarías de España, tanto positivos como negativos en la comparativa?

En España no hay una visión del mercado laboral europeo, mucho menos del internacional. El mercado laboral está mucho más dinamizado en otros países, donde hay muchas más posibilidades de progresión, desarrollo, crecimiento y promoción. El único inconveniente, para muchos, es el hecho de salir de España, de estar preparado para el gran reto, para seguir tu trabajo, cambiando de país y mudándote con tu familia de una parte del mundo a otra, a medio plazo, cada 3, 5 o incluso 10 años. Este gran reto del cambio tiene ventajas en inconvenientes. Hay mucha gente que está muy apegada a su familia y a su tierra, como Asturias, por lo que muchos ni se plantean siquiera la posibilidad de irse a trabajar al extranjero, ya que ello supone un alejamiento y separación de la familia, de las raíces, cultura, costumbres, idioma. Hay muchos retos, como el choque de culturas y costumbres, a lo que hay que añadir el desafío de dominar el idioma, y en esto no me refiero solo al lenguaje popular, de la calle, sino saberse defender en el lenguaje técnico de la química y de la ingeniería química, en 5 idiomas diferentes. Es necesario dominar el lenguaje técnico para poder competir en el mercado laboral internacional. Si no, cuál es el valor añadido, o la ventaja competitiva, de un químico español en Europa, o en el mundo? Además, por supuesto, hay que estar bien preparado.

Es necesario dominar el lenguaje técnico para poder competir en el mercado laboral internacional. Si no, ¿cuál es el valor añadido, o la ventaja competitiva, de un químico español en Europa, o en el mundo?

Uno de los inconvenientes del cambio es el desapego familiar, de amistades, en general. Mantener una relación a distancia, desde Australia por ejemplo, no es fácil. Por otro lado, los hijos tienen que cambiar de colegios, de sistemas educativos, de idiomas, de amigos, constantemente, con los sucesivos cambios de país.

La ventaja es el gran enriquecimiento cultural, de costumbres y tradiciones, idiomas, amistades que se van haciendo por todo el mundo, y que duran hasta hoy. Mis hijos dominan 4 idiomas porque hemos vivido en todo el mundo. Entre ellos hablan en inglés, porque lo han mamado desde pequeños. Todo esto te da una visión global de la vida, una clara mentalidad internacional, multicultural, polifacética. En este gran cambio existen riesgos, sí, claro, como en todas partes, pero las recompensas son potencialmente enormes. Una vez que tomas la decisión de cambiar y salir de España, el resto de las decisiones ya vienen solas, y cada es más fácil porque vas acumulando experiencia de los traslados, mudanzas y relocalizaciones internacionales. Hay que tener una mente abierta y, lo más importante, una gran flexibilidad para adaptarte, tú y tu familia, a los nuevos ambientes y situaciones que se presentan constantemente.

4. Tu formación debió de ser muy intensa para poder moverte profesionalmente por muchas partes del mundo.

Yo, tras trabajar como becario en el CSIC, en el CENIM y como profesor ayudante con beca FPI (Formación de Personal Investigador) en el Departamento de Fisicoquímica de Procesos Industriales en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, obtuve una beca de investigación para varios meses en el extranjero y me dije: ¿adónde puedo ir yo, para investigar mi especialidad, lo más lejos posible de España? Escribí al Departamento de Ingeniería Química

de la Universidad de Queensland en Brisbane, Australia, y me aceptaron. Me fuí derecho a Australia a investigar procesos de difusión en catalizadores, con y sin reacción química, para explicar fenómenos anormales que no seguían las leyes de la fisicoquímica de los procesos industriales. Primero a escala de laboratorio, después en planta piloto y, finalmente, en fábrica de producción industrial de olefinas con alto valor añadido. Allí pude trabajar junto con el profesor y catedrático Dr. Duong D. Do, figura mundial en el mundo de los procesos catalíticos, objeto de mi Tesis Doctoral. Desarrollé modelos de simulación con ordenadores de última generación, publicamos papers y registramos patentes. Tras regresar a España, tuve la suerte de empezar a trabajar como químico, como director de laboratorio, para DuPont, en el valle de Tamón-Nubledo, Avilés, en 1991. A partir de ese momento tuve la oportunidad de desarrollarme profesionalmente a gran velocidad, progresar rápidamente pasando por diferentes puestos con creciente responsabilidad, hasta que un día me planteé seriamente dar un salto en mi carrera y pasar del mundo técnico, tecnologico y operacional al mundo del negocio, de las ventas y el marketing. Así se lo hice saber a la empresa, la cual me informó que se me planteaban dos pequeños inconvenientes. Por un lado, yo no tenía conocimientos ni experiencia en el mundo de los negocios, ventas ni marketing. Por otro lado, en Asturias DuPont solo tenia plantas de producción, no había departamentos comerciales, los cuales estaban en Ginebra (Suiza) y Luxemburgo. Para cualquier otra persona, esto habría supuesto un gran muro infranqueable, pero yo estaba dispuesto a cambiar. Por eso, hice dos cosas importantes, en primer lugar, firmé un convenio de cooperación y colaboración Universidad-Empresa entre la Universidad de Oviedo, con el Doctor D. José Coca Prados, y DuPont, para realizar un proyecto conjunto de investigación sobre las poliamidas aromáticas, Nomex® y Kevlar®, el cual finalmente resultó en mi tesis doctoral, que recibió el Premio San Alberto Magno, un montón de papers y varias patentes. Fueron 6 años muy duros. Al finalizar mi Tesis Doctoral hice, por mi propia cuenta, un Máster M.B.A. Ejecutivo, por las tardes, noches y fines de semana, mientras trabajaba en DuPont, con el que conseguí la formación en Gestión, Dirección, Internacionalización y Administración de Empresas y Negocios. Cuando volví a retomar mi petición a DuPont, me ofrecieron relocalizarme a Suiza o a Luxemburgo, como director de negocio europeo. Mi mujer y yo decidimos salir de Asturias y mudarnos a Luxemburgo, para vivir y trabajar. Alli pasamos 7 años, en los que aprendimos francés y alemán. Solo nos faltó aprender el luxemburgués. En Luxemburgo nació mi hija Paula, que estudia actualmente un Doctorado de Bioquímica en el Kings College de Londres. Mi hijo Carlos nació en Oviedo y actualmente está trabajando para DuPont como ingeniero químico en Michigan. Sigue los pasos de su padre. Tras 7 años, DuPont me promocionó de nuevo y me envió a Estados Unidos, al cuartel general de DuPont en Wilmington, Delaware, como director de negocio global.

Para no extenderme mucho, después de DuPont trabajé para muchas empresas químicas, petroquímicas, biotecnológicas y farmacéuticas, como WL Gore (Gore-Tex), Greenseal Chemicals, Henkel, Lawter, Harima Chemicals, Janssen Pharmaceuticals, UCB, Glaxo Smith Kline, Johnson & Johnson, Verkor, siempre en puestos ejecutivos de alta dirección y alta responsabilidad, hasta hoy. Llegué a ser incluso Consejero Delegado de una start-up en Gante, Bélgica.

Las principales cualidades que siempre me han ayudado en mi diáspora han sido la flexibilidad, adaptabilidad, resiliencia, persistencia, perseverancia, tenacidad y la capacidad de liderazgo.

Yo, por el momento, no me planteo volver a Asturias, ni a

España, porque no hay trabajo para mí. Es triste y desafortunado, pero esto es así.

No podría terminar mi formación sin agradecer de manera emotiva y sincera al Ilustrísimo Profesor Dr. D. José Coca Prados por su afectivo, apreciado, valioso, inestimable y continuado apoyo desde la distancia durante todos estos años de mi diáspora. El Dr. Coca es toda una eminencia en su campo y ha sido para mí un excelente mentor, un ejemplo a seguir y un referente de vital importancia, no sólo para mí personalmente, sino para toda la ingeniería química de Asturias, España y del mundo entero.

5. Culturalmente, ¿cuáles son las diferencias más importantes?

El rigor, la exactitud, la precisión, la meticulosidad, la importancia del detalle, la disciplina, la planificación método LEAN, la filosofía Six Sigma, la valoración de la seguridad en el trabajo, la prevención de riesgos laborales, la ergonomía y la concienciación sobre la protección del medio ambiente, la autogestión, el sentido de la responsabilidad, el sentido de urgencia, la apreciación por la diversidad, los procesos y procedimientos y la puntualidad, en general. Yo, como ejemplo, soy un Six Sigma Black Belt, especializado en desarrollo de nuevos negocios, y esto se valora mucho por ser una ventaja competitiva fuera de España. También existe mucha demanda de la llamada Innovación Sistemática o método TRIZ, de la cual soy especialista certificado. Es interesante destacar que, en Europa pero, sobre todo, en Estaos Unidos, existe una gran oportunidad laboral en el mundo de las ventas estratégicas, en la industria química, utilizando herramientas avanzadas que no son todavía muy conocidas en España, como la metodología Miller Heiman, de la cual soy instructor por cuenta propia. En cuanto a la gestión de proyectos de plantas químicas en el extranjero, cuando los proyectos de inversión tienen un CAPEX superior a 100 millones de euros, es necesario tener la titulación de gestor de proyectos PMI/PMP (Project Management Institute / Project Management Professional) la cual yo obviamente tengo. En el mundo digital, hace falta ser experto en la metodología de Desarrollos AGILE, idealmente ser un Scrum Master, para poder gestionar los proyectos, como dicen los americanos, E2E, End to End o sea de principio a fin. Yo lo tengo desde hace muchos años. Conocimientos de plataformas como SAP (S/4HANA) o ORACLE ayudan mucho. Finalmente, el reconocimiento como inventor, es mucho más importante en Europa, Japón y Estados Unidos que en España. Es decir, todas mis patentes valen más en Europa que en España, aunque estén todas reconocidas por la misma agencia, la EPO (European Patent Office).

6. A la hora del trabajo... ¿donde te has sentido más cómodo y donde crees que se trabaja mejor?

Sin lugar a dudas, en Luxemburgo. Ambiente cosmopolita, multicultural, no te sientes extranjero, sino como uno más. Es difícil entrar a trabajar allí pero, una vez dentro, todo es de maravilla. El clima laboral es muy eficiente y productivo. Se fomenta la creatividad, la innovación, la investigación y desarrollo, para lograr una mejor calidad de vida. La calidad de vida en Luxemburgo en algo importante y fundamental. La renta per cápita es de las más altas del mundo. Esto lo comprobé yo personalmente, porque cuando me cambié de España a Luxemburgo, mi sueldo subió al doble pero mis impuestos bajaron a la mitad. Esto seria algo inaudito en España. Finalmente, debo destacar la importancia y eficacia de la seguridad social y del sistema de salud y bienestar social del estado, que se ocupa del bienestar de las familias con ayudas sociales y económicas por hijos, nacimientos, maternidad, discapacidades, enfermedades, accidentes, todo sin importar la renta que percibes. Es para todo el mundo. Además, en Luxemburgo prácticamente no hay paro.

7. Profesionalmente y en el mundo de la Química, ¿crees que hay más oportunidades de trabajo fuera de España?

Creo que, como conclusión a mi relato anterior, he podido demostrar y verificar en mi propia persona que existen muchas más posibilidades profesionales y oportunidades de trabajo fuera de España, lamentándolo mucho. Es posible que el mercado laboral español haya cambiado y mejorado en los últimos 27 años, pero para mí ya sería demasiado tarde, ya que no estoy demasiado lejos de la jubilación. Sin embargo, como ahora tengo mi propia empresa y trabajo como director de una consultoría, espero poder llegar a trabajar hasta los 70 años, si nada me lo impide.

8. Vienes con frecuencia por Asturias o por España. ¿Que hechas más de menos?

Todos los años vuelvo a Asturias, por lo menos dos veces, a pasar unos días de vacaciones junto con la familia. Nos gusta mucho la zona de Villaviciosa, donde tenemos una casa de pueblo en Piñera, en el barrio de L'Oteru. Siempre hacemos excursiones y escapadas a Cudillero, Tazones, Llanes, Lastres, Colunga y, por supuesto, Oviedo, Gijón y Avilés.

Asturias es un verdadero paraíso natural y me encanta mucho, a mi a toda mi familia. Mi hijo Carlos es Carbayón.

Asturias es simplemente...lo mejor de lo mejor! (sin desmerecer a León, por supuesto).

Lo que más se echa de menos es la gastronomía y los paisajes. En Asturias, como en el norte de España, hay muy buena cocina. Yo, particularmente, sobre todo echo de menos el marisco, los arroces, la fabada, un buen chuletón, un buen pescado y la sidra.

9. ¿Esperas afincarte definitivamente en Asturias o seguirás fuera de España cuando te jubiles?

Espero poder jubilarme en España y vivir en Asturias, donde tenemos la casa.

En Asturias hay muy buenas posibilidades de ocio y una alta calidad de vida porque lo tiene todo, la montaña, la playa, pueblecitos maravillosos, ciudades importantes, todo.

10. ¿Que sueles hacer los fines de semana con la familia?

Los fines de semana suelo pasear, hacer excursiones, ir a la playa, cuando se puede, jugar al tenis y también me apunto a torneos de ajedrez, que es algo que me apasiona de verdad.

Solicita ya tu nuevo carnet de colegiado

Haz tu solicitud en el correo electrónico
secretariatecnica@alquimicos.com
enviando tu foto y tu firma en formato jpg

El principio de conservación (equivalencia) de la energía. Un recorrido histórico (II).

Jose Manuel Fernández Colinas

1. Introducción

EEn el número anterior de esta revista[1] publicamos un artículo en el que se presentaba una propuesta didáctica relacionada con el principio de conservación (equivalencia) de la energía. La propuesta se inició con un recorrido histórico que se extendió hasta mitad del siglo XIX, momento en que Julius Robert von Mayer (médico), James Prescott Joule (físico y propietario de una cervecería) y Hermann Ludwig von Helmholtz (médico), establecieron la primera formulación del principio de conservación de la energía. El establecimiento del concepto de trabajo, la equivalencia entre calor y trabajo y la interconvertibilidad de los procesos naturales, propiciaron la consideración de una magnitud que se conserva en estos procesos. Esta magnitud, que en un principio se denominó *fuerza*, en la actualidad se conoce como *energía*.

La formalización matemática del principio de conservación de la energía realizada por Helmholtz es muy semejante a la que aparece en la actualidad en muchos libros de texto *"el aumento de la energía cinética de una partícula es igual a la disminución de su energía potencial cuando se mueve sometida a una fuerza central"* tiene un marcado carácter mecánico y, aunque se puede aplicar a una gran variedad de fenómenos naturales no mecánicos, no debe ser la formulación final que transmitamos a los estudiantes, porque el avance en el conocimiento la enfrentó con sus propias limitaciones y contradicciones, de tal manera, que ha sido necesario adaptar este principio al avance del conocimiento científico. Esta adaptación es la que abordaremos en el presente artículo en un ejercicio que pone de manifiesto una realidad que debemos transmitir de forma recurrente a nuestros estudiantes de ciencias, como es la provisionalidad (o vigencia) de cualquier principio o teoría científica, que sólo son válidos y aplicables mientras son capaces de explicar los fenómenos y procesos observables en el trabajo experimental.

La Termodinámica, una de las ramas científicas básicas para la comprensión de los fenómenos físicos y químicos, así como el avance en el conocimiento del electromagnetismo y de las radiaciones, de los fenómenos radiactivos y de la teoría de la relatividad, obligaron a reformular el principio de conservación de la energía. Es importante transmitir a los estudiantes que las modificaciones que se presentan en este artículo no serán las definitivas, pues existen cuestiones que en la actualidad son objeto de debate y que pueden afectar de forma significativa al principio de conservación, como son, por ejemplo, la energía oscura o la materia oscura.

2. Modificaciones derivadas de la Termodinámica

En 1824, el ingeniero y científico francés Sardi Carnot (1796-1832) publicó su única obra "Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego", considerada como una de las aportaciones básicas en el nacimiento de la Termodinámica, en el que describe el funcionamiento de las máquinas térmicas y un ciclo ideal (ciclo de Carnot) que sirve como modelo para comprender el rendimiento máximo en trabajo de las máquinas térmicas. Basándose en

el concepto de calórico, Carnot postula el teorema que lleva su nombre en el que establece que el trabajo máximo realizado es función de la *cantidad de calórico transferida y de las temperaturas del foco caliente y del foco frío. El flujo de calor del foco caliente al frío genera un trabajo y la cantidad de calor que pasa de un foco a otro permanece constante*[2]. Sus trabajos no fueron comprendidos en su época y su aportación al conocimiento fue ignorada. William Thomson (lord Kelvin) (1824-1907) encontró y analizó la obra de olvidada de Carnot y, en 1849, elaboró y entregó el "Informe sobre la teoría de Carnot" a la Royal Society de Edimburgo en el que analizaba esta teoría en el contexto de la naturaleza cinética del calor. En el informe, Thomson apoya la conclusión de Carnot sobre la necesidad de dos fuentes de calor a diferentes temperaturas para lograr la transformación de calor en trabajo, pero discrepa con la conclusión de que el calor no se consume en las máquinas y pone de manifiesto la contradicción que existe entre las afirmaciones de Carnot y los resultados de Joule, que había demostrado experimentalmente y de forma exhaustiva que la producción de trabajo implicaba una pérdida de calor. En el fondo, se trata del conflicto entre la teoría del calórico, mantenida por Carnot, y la teoría cinética del calor sostenida por Joule[2]. Apenas un año después de la publicación del "informe" de Thomson, el físico alemán Rudolf Clausius (1822-1888) publicó un artículo titulado "Sobre el poder motriz del calor y las leyes que se deducen de ella para la enseñanza del calor"[2] en el que analizó el trabajo de Carnot a la luz de la teoría mecánica del calor y demostró, como había hecho Thomson, la validez de las ideas fundamentales del teorema de Carnot. Se considera correcto el resultado relativo a que el trabajo sólo se realiza cuando el calor pasa de un foco caliente a otro frío, pero debe modificarse la hipótesis de la conservación del calórico y aceptar que siempre que se realiza un trabajo *se consume* una cantidad de calor proporcional al trabajo realizado. En el mismo sentido se expresó el físico e ingeniero inglés William Rankine (1820-1872) en el libro publicado en 1859 "Manual de la máquina de vapor y otros motores primarios"[3] en el que demostró que sólo una parte del calor generador en el calentador va al tanque de enfriamiento; otra parte, que es proporcional al trabajo realizado, *desaparece*. En 1853[2] Thomson publicó el tratado "sobre la tendencia general de degradación de la energía mecánica en la naturaleza" en el que, por primera vez, aparece un aspecto novedoso de la energía, diferente de la conservación y la transformación, la *degradación o disipación*. Este científico dividió los procesos naturales en reversibles e irreversible. Los primeros son ideales y no se producen en la naturaleza y los segundos son reales. Todos los procesos que se producen en la naturaleza son irreversibles. En este punto podemos preguntarnos acerca de la pertinencia del estudio de los procesos reversibles y de su importancia en la enseñanza de la Termodinámica. La enseñanza de esta materia a nivel tanto no universitario como a nivel de los primeros cursos de universidad, se centra en el establecimiento de los principios de la disciplina y sus aplicaciones basado en el estudio de sistemas ideales reversibles. Thomson señaló que sólo los sistemas en los que se producen procesos reversibles pueden recuperar su capacidad de realizar trabajo mecánico de forma íntegra. Estos procesos trascurren de forma infinitamente lenta a través de una sucesión infinita de estados de equilibrio que llevan al sistema desde el estado inicial al estado final sin que se produzca una degradación de la energía. Los sucesivos estados de equilibrio se diferencian en variaciones infinitesimales de las variables del sistema (presión, temperatura). Los procesos irreversibles, los que acontecen en la naturaleza, transcurren a través de estados en los que los valores de las variables del sistema difieren en cantidades finitas. Estos procesos impiden que el sistema regrese a su estado original porque su *energía mecánica disminuye* (su capacidad para realizar trabajo disminuye) *ya que una parte de esa energía mecánica se degrada al transformarse en calor*[3]. La consideración de una frac-

ción de la energía de los cuerpos que no se puede convertir en trabajo útil y se disipa en el ambiente en forma de calor[3], sentó la base para la definición del concepto de *entropía*. El análisis de este concepto será objeto de un próximo artículo.

El devenir histórico del concepto de conservación de la energía nos ha llevado a un punto de discrepancia que puede ser un obstáculo para el estudiante a la hora de interiorizar como conocimiento este principio de conservación y su aplicación a los procesos que se producen en la naturaleza. Como hemos indicado, en la mayoría de los libros de texto, universitarios o no, se define la energía como la capacidad de realizar un trabajo y que esta energía se conserva. Sin embargo, el conocimiento científico nos ha llevado a la conclusión de que una parte de la energía de un cuerpo se disipa (o degrada) cuando se realiza un trabajo. ¿Dónde está el origen de la discrepancia? De nuevo, el avance en el conocimiento científico nos ofrece una solución al dilema planteado.

El físico estadounidense Josiah Willard Gibbs (1839-1903) y el ya citado médico alemán Hermann Helmholtz realizaron una evaluación más profunda de las capacidades energéticas de los sistemas y demostraron que sólo una parte de la energía total de un sistema (la energía interna, ΔU) podía utilizarse para, por ejemplo, realizar trabajo. Esta parte se denominó *energía libre* (ΔG). Otra parte de la energía del sistema, igual al producto de la temperatura ambiente por el cambio de entropía durante un proceso reversible, se transforma en calor y se disipa (degrada) en el ambiente[3]. Por tanto, el trabajo máximo que puede realizar un sistema no puede exceder el valor de la energía libre. Puesto que en los procesos reales (irreversibles) se producen pérdidas de energía inevitables, el trabajo real que se puede obtener de un sistema es menor que el trabajo máximo (ΔG). En 1956[3], R. Rant introdujo el término *exergía* para referirse a la parte de la energía interna de un cuerpo que puede producir trabajo y a la parte de esa energía que no se convierte en trabajo la denominó *anergia*. En consecuencia, la energía de un sistema tiene dos componentes: la exergía y la anergía. Según el principio de conservación de la energía (Primera Principio de la Termodinámica) la suma de exergía y anergía permanece constante en todos los procesos. De acuerdo con el Segundo Principio de la Termodinámica, la exergía permanece constante en los procesos reversibles (ideales) y disminuye y se convierte en anergía en todos los procesos irreversibles (reales). Por tanto, la exergía, a diferencia de la energía que no puede gastarse o perderse de acuerdo con el principio de conservación, es una medida de la capacidad de trabajo de un sistema y disminuye a medida que se realiza un trabajo o cualquier otro tipo de transformación.

"La energía, como una reina o diosa, irradia su luz sobre todo lo que ocurre en el infinito espacio y en transcurso del tiempo transitorio. Sin embargo, donde hay luz hay sombra. Entropía es el nombre de la sombra de la reina que, como un espíritu maligno intenta disminuir o aniquilar las mejores creaciones de la energía. Todos estamos bajo la protección de la energía y todos somos víctimas potenciales del veneno latente de la entropía. La cantidad de energía es constante, mientras que la cantidad de entropía aumenta, depreciándose cualitativamente la energía. El sol brilla, pero las sombras se hacen más largas. Degradación, igualación y devaluación suceden por todas partes...."[3]

Modificaciones derivadas del electromagnetismo

En el siglo XIX se desarrolló en Alemania una corriente filosófica, *Naturphilosophie*, que postulaba la existencia de un principio unificador en todos los procesos de la naturaleza. En 1999, uno de los representantes de esta corriente, Friedrich Schelling (1775-1854) escribió: "no cabe duda de que una sola fuerza, en sus varias formas, está manifiesta en (los fenómenos de) la luz, la electricidad y así, sucesivamente"[2]. El término fuerza se refiere a lo que conocemos actualmente como energía. Esta corriente filosófica ejerció una notable in-

fluencia en los científicos de la época generando un intenso trabajo de investigación encaminado a la búsqueda de fenómenos de transformación entre las distintas manifestaciones de la energía.

En 1800, el químico y físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) descubrió que una reacción química genera una corriente eléctrica. Pocos años después, el gran científico británico Michael Faraday (1791-1867) identificó el proceso contrario, la electrolisis y estableció sus leyes cuantitativas. Un ejemplo de la interconversión de energía química en energía eléctrica.

En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851) descubrió la relación entre la electricidad y el magnetismo, poniendo de manifiesto un nuevo tipo de interacción, una nueva fuente de movimiento mecánico, la fuerza motriz de la electricidad. Fue el comienzo del electromagnetismo.

En 1821, el físico alemán Thomas Seebeck (1770-1831) al soldar dos alambres de metales diferentes (cobre y bismuto) observó que al calentar uno de los alambres soldados a temperatura elevada, mientras que el otro se mantenía a baja temperatura, se producía un campo magnético. En la misma época (1834), el relojero francés Jean Peltier (1785-1845) estaba empeñado en refutar la ley que establecía que cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor se libera una cierta cantidad de calor, es decir, la energía eléctrica se transforma en energía térmica. Para ello diseñó un experimento en el que soldó dos placas de los mismos metales utilizados por Seebeck en el extremo de un conductor y aplicó una corriente eléctrica en el otro extremo. El efecto fue un cambio de temperatura significativo. Fue el comienzo del efecto termoeléctrico, también llamado efecto Peltier-Seebeck, base del funcionamiento de los termopares.

Michael Faraday dedicó una buena parte de su trabajo de investigación a *"convertir el magnetismo en electricidad"*[3]. En este campo descubrió la inducción electromagnética y fijó las bases para el desarrollo del campo electromagnético. En un experimento con dos bobinas de alambre de cobre, una dentro de otra, pero sin contacto entre ellas, observó que cuando se encendía y apagaba la corriente en una de ellas, se desviaba la aguja de un galvanómetro conectado a la otra bobina. Es decir, el paso de corriente en un conductor induce una corriente similar en el otro conductor. Para la explicación de este fenómeno, Faraday introduce el concepto de *"curvas magnéticas"*[3], realiza la primera descripción de un campo electromagnético y proporciona el primer indicio de la propagación de las perturbaciones magnéticas en el tiempo.

En el siglo XIX, la Mecánica había alcanzado un elevado desarrollo conceptual y experimental en el terreno científico superior a cualquier otra rama de conocimiento, no sólo de la Física. Este desarrollo se manifestaba en la reducción de todas las explicaciones de los fenómenos naturales a términos mecánicos. Sin embargo, había un problema que la Mecánica no era capaz de explicar de forma satisfactoria: la interacción mutua entre dos cuerpos a distancia. Desde el punto de vista mecánico, esta interacción se explicaba mediante la acción a distancia que tenía lugar de manera instantánea, lo que supone dos premisas: una que la acción se transmitía a velocidad infinita y la existencia de un medio material por el que se propagaría la acción, el éter, una sustancia hipotética, material e imponderable, que se creía llenaba el espacio considerado vacío. Esta sustancia fue descartada por la teoría de la relatividad.

El caso de la interacción entre dos cargas eléctricas, descubierta por el físico francés Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806) presentaba los mismos problemas. Estos problemas se resolvieron al considerar el concepto de campo. El campo es una magnitud física distribuida en el espacio y en el tiempo, que se puede medir en cada punto de una región y que se representa matemáticamente como una función. Es decir, a cada punto del campo se le puede asignar un valor de la magnitud, que puede variar con el tiempo, y se representa gráficamente mediante líneas, o superficies, de campo que conectan puntos con el mismo valor de la magnitud. El concepto de

campo explica cómo interactúan los objetos sin contacto físico, a través de propiedades generadas por el campo en el espacio que lo rodea. Una vez demostrada la realidad física del campo, se estudiaron sus propiedades, entre ellas, su energía. Este estudio supuso una ampliación del concepto de energía, ligado hasta el momento al movimiento originado por las interacciones entre cuerpos en contacto, y de su conservación, al considerar la energía del campo electromagnético y su transmisión a través de la radiación[2]. A partir de las ecuaciones de James Clerk Maxwell (1831-1879) John Henry Poynting (1852-1914) estableció un principio de conservación de la energía del campo electromagnético.

Otras adaptaciones.

A finales del siglo XIX el desarrollo de la Física había alcanzado tal nivel en todas sus ramas que se consideraba que el cuerpo de doctrina de esta ciencia era capaz de explicar todos los fenómenos naturales, salvo algunos cabos sueltos que, se pensaba, pronto serían explicados. Estos cabos sueltos eran: la radiación térmica (el cuerpo negro), el efecto fotoeléctrico y el espectro de emisión del hidrógeno. Ni por lo más remoto pensaban los físicos de esa época que estos cabos sueltos iban a propiciar el mayor cambio conceptual de la Física desde sus comienzos.

El estudio de la radiación térmica se aborda en la segunda mitad del siglo XIX. En 1792, El físico suizo Pierre Prevost (1751-1839) estableció que los cuerpos irradian energía independientemente de la existencia de otros cuerpos y que, si un cuerpo está en equilibrio térmico, recibe la misma cantidad de radiación que emite (ley del intercambio de Prevost). En 1860 Gustav Kirchhoff (1824-1887) identifica el calor y la luz como ondas. Asocia la radiación térmica con la vis viva, de tal manera que un cuerpo disminuye su vis viva cuando emite radiación y la aumenta cuando la absorbe. En ambos casos se cumple el principio de conservación de la energía. A continuación, inicia el estudio de la radiación de un cuerpo negro estableciendo que el cociente entre el poder emisor y absorbente de cualquier cuerpo coincide con el mismo cociente referido al cuerpo negro[2]. En 1879, el físico esloveno-austríaco Josef Stefan (1835-1893) estableció que la energía total por unidad de tiempo emitida por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. Esta ley fue demostrada teóricamente por el físico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906). En 1893, el físico alemán Wilhelm Wien (1864-1928, Premio Nobel de Física 1911) obtuvo la relación entre la temperatura de un cuerpo negro y la longitud de onda a la que corresponde la máxima energía emitida. Por tanto, en esa época se tenía un conocimiento bastante profundo del comportamiento del cuerpo negro. No obstante, queda un problema por resolver en cuanto a ese comportamiento: se conocía experimentalmente la curva de distribución de energías de la radiación emitida por el cuerpo negro, pero no se había encontrado una función matemática que la describiera. En 1896, W. Wien propuso una función que era aplicable para frecuencias elevadas y, en 1900, el físico inglés John William Strutt (lord Rayleigh, 1842-1919) dedujo una expresión aplicable a las bajas frecuencias. La solución a este problema la aportó el físico alemán Max Planck (1858-1947, Premio Nobel de Física 1918) que en 1900 propuso la cuantización de la energía, es decir, la energía se transmite en paquetes cuya energía mínima es proporcional a la frecuencia de la radiación. Esta hipótesis de la cuantización fue confirmada por los estudios de Albert Einstein (1879-1955, Premio Nobel de Física 1921) sobre el efecto fotoeléctrico, su naturaleza y explicación, y por el modelo atómico del físico danés Niels Bohr (1885-1962, Premio Nobel de Física 1922). Hasta ese momento, se aceptada sin ningún tipo de discusión que la energía se transmitía de forma continua. La cuantización de la energía supuso una revolución sin precedentes en el ámbito científico, provocando un cambio radical en la forma de abordar el estudio de la naturaleza y de los fenómenos que en ella acontecen.

En 1905, A. Einstein estableció dos postulados que le permitieron desarrollar la teoría de la relatividad especial, el descubrimiento de la energía en reposo y la deducción de una relación entre la masa de una partícula y su energía. En 1906, dedujo, por dos caminos diferentes, la relación entre la energía y la masa, $E = m \cdot c^2$, una de las ecuaciones matemáticas más conocidas por los humanos, y estableció que la conservación de la masa en las reacciones químicas es un caso especial del principio de conservación de la energía. En 1907, establece el concepto de "energía en reposo" de enorme relevancia en el desarrollo del concepto de energía, ya que permite explicar el origen de la energía desprendida en las reacciones nucleares y en las desintegraciones radiactivas. Estos dos conceptos, la energía en reposo y la equivalencia entre masa y energía han sido dos aportaciones de enorme importancia en el desarrollo del concepto de energía y su conservación. Tal fue su influencia, que dieron lugar al nacimiento de una corriente filosófica, el *energetismo*, que defendía la existencia única de la energía, siendo la masa una manifestación más de la energía. Uno de los mayores defensores de esta visión de la naturaleza fue el químico letón Wilhelm Ostwald (1853-1932, Premio Nobel de Química 1909).

Conclusiones

El concepto de energía, su conservación, transferencia y transformación, tiene carácter dinámico, cambiante, incorporando los nuevos aspectos derivados del avance histórico de la investigación. Asimismo, deberá incorporar aquellos aspectos novedosos que, sin duda, surgirán como consecuencia de futuras investigaciones. ¿Cómo influirá en este concepto la posibilidad de la existencia de materia y energía oscuras? El devenir histórico de la humanidad quizás llegue a desvelarlo.

En consecuencia, cada vez que nos refiramos a la conservación de la energía debemos resaltar los límites de validez del concepto utilizado. Estos límites han sido, y seguirán siendo, la causa del cambio y generalización del concepto. En este contexto, es necesario incorporar las aportaciones de la teoría de campos y de la física moderna (cuántica, relativista) al concepto de energía. Su omisión supone una visión incompleta de la energía y no visualiza que se conserva en todos los fenómenos que se dan en la naturaleza. La naturaleza cambiante del concepto de energía refuerza la idea de que no tiene sentido tratar de definirla de una manera cerrada[2].

El concepto de energía, su conservación, transferencia y transformación, tiene carácter dinámico, cambiante, incorporando los nuevos aspectos derivados del avance histórico de la investigación y aquellos aspectos novedosos que, sin duda, surgirán como consecuencia de futuras investigaciones.

Podemos decir, en el momento actual, que *"la energía es una magnitud que se asocia al estado de un sistema, que permite analizar los cambios o transformaciones- no sólo mecánicos- a los que está sometido en su evolución temporal, y que se caracteriza porque se conserva y se transforma en los sistemas aislados, se transfiere entre sistemas no aislados y siempre se degrada en dicha evolución temporal"*[2]

Referencias

[1] José Manuel Fernández Colinas "El principio de conservación (equivalencia) de la energía. Un recorrido histórico (I)" *Alquimicos*, nº 83 (3ª época). Junio 2025

[2] Jordi Solbes, Francisco Tarín "Generalizando el concepto de energía y su conservación" *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* nº 22, 2008, 155-180

[3] G.N. Alekseev "Energy and Entropy" Mir Publishers Moscow, 1986

Las Tierras Raras

Aunque en las últimas semanas han llegado a los medios de comunicación por una cuestión geopolítica, lo cierto es que las Tierras Raras son mucho menos conocidas de lo que deberían. Este término plural y generalista no responde a su literalidad, ya que en realidad denomina un conjunto de 17 elementos químicos bastante copiosos y muy presentes en nuestro día a día.

Álvaro Fernández

Un conflicto comercial entre China y Estados Unidos ha convertido a este término en objeto de debate en los medios de comunicación, aunque hasta ahora era prácticamente desconocido fuera de sectores especializados. La actualidad ha desvelado su relevancia presente y futura pero ¿qué esconde realmente?

Se denomina 'Tierras Raras' (TTRR) al conjunto de 17 elementos químicos que se encuentran en la corteza terrestre (quince que conforman el grupo de los lantánidos, junto al itrio y escandio, que se incluyen porque aparecen frecuentemente mezclados en los mismos yacimientos). Los lantánidos son: lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio.

El principal valor de estos elementos se encuentra en sus excepcionales propiedades magnéticas, luminiscentes y electroquímicas, aprovechadas en diversos sectores y presentes en objetos tan cotidianos como auriculares, sensores o gafas protectoras. Con estos elementos se forman multitud de minerales -más de 180-, y en concreto los lantánidos -salvo el prometio- se encuentran como óxidos metálicos en unos 25 minerales, entre los que destacan por su uso y beneficio económico: batnasita, monacita, xenotima, loparita, cerita y gadolinita. Aunque su explotación industrial se ha llevado a cabo en los últimos cincuenta años, se empezaron a aislar entre los siglos XVIII y XIX. "Por ejemplo, el prometio, uno de los más escasos, es un elemento radioactivo que solo existe unos minutos y que no se aisló hasta el año 1945, el lutecio metálico puro no se refinó hasta 1953 y el itrio se descubrió en 1794", explica Miguel Regueiro, presidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG).

La producción mundial de estos óxidos es del orden de 160.000 toneladas al año, y el 95% procede de China, que sin embargo alberga solo cerca del 50% de las reservas mundiales cifradas entre los 80 y 120 millones de toneladas, suficientes para cubrir la demanda de los próximos 625 años. También se están investigando otras formas de explotación, como la derivada de presencia en las costras de manganeso cobaltífero.

Los vigentes yacimientos comerciales de estos minerales se asocian principalmente a cuatro tipo de rocas:

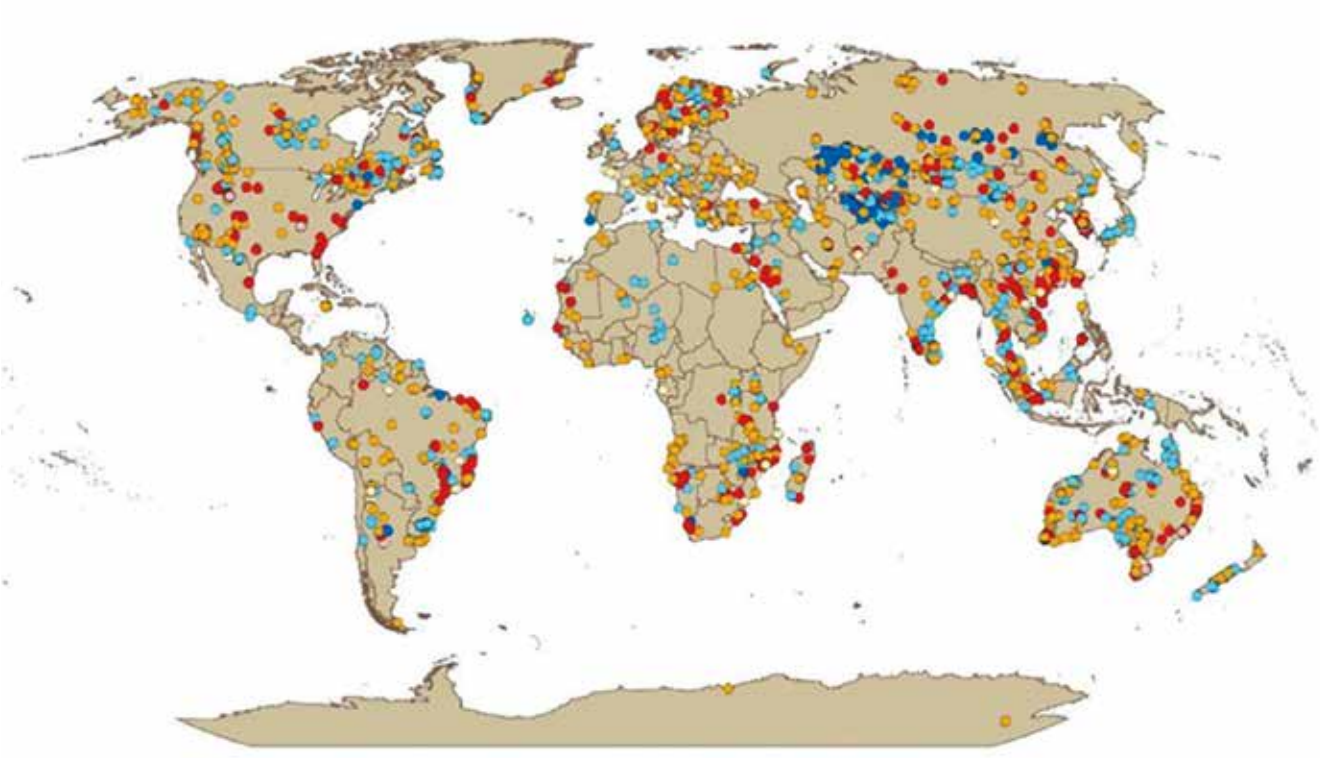
1. Carbonatitas. La prospección de estas rocas ricas en carbonatos se lleva a cabo en yacimientos como el de Baya Obo (Mongolia) o Mountain Pass (Estados Unidos).

2. Ígneas alcalinas. Por ejemplo, el yacimiento de sienitas nefelínicas de Lovozero en Rusia.

3. Arcillas lateríticas. Resultado de la alteración de los yacimientos anteriores, explotados especialmente en el sureste de China.

4. Los depósitos tipo placer, como el de las monacitas de Matamulas en Ciudad Real (España).

Aunque aún no hayan sido explotadas, España también cuenta con reservas de Tierras Raras en el territorio, pero las empresas productoras no han tenido la oportunidad de iniciar su actividad, debido a diversos problemas e impedimentos contextuales, incluso tras la concesión de explotación. El potencial de nuestro país es innegable, pero no se están poniendo los medios y la disposición necesarias para saber el alcance que puede tener. "Apenas se han investigado los recursos, por lo que sería aventurado decir si poseemos reservas suficientes. Sin embargo hay indicios e incluso algún yacimiento ya evaluado como el de Matamulas, en Ciudad Real, o la de Monte Galiñeiro, en Pontevedra", asegura.



Localización de depósitos y yacimientos mundiales de tierras raras
Foto de U.S. Geological Survey (USGS) vía Circulareconomy Europe

Proceso de prospección y riesgos

Los vigentes yacimientos comerciales de estos minerales se asocian principalmente a cuatro tipo de rocas:

1.Carbonatitas. La prospección de estas rocas ricas en carbonatos se lleva a cabo en yacimientos como el de Baya Obo (Mongolia) o Mountain Pass (Estados Unidos).

2. Ígneas alcalinas. Por ejemplo, el yacimiento de sienitas nefelínicas de Lovozero en Rusia.

3. Arcillas lateríticas. Resultado de la alteración de los yacimientos anteriores, explotados especialmente en el sureste de China.

4. Los depósitos tipo placer, como el de las monacitas de Matamulas en Ciudad Real (España).

Aunque aún no hayan sido explotadas, España también cuenta con reservas de Tierras Raras en el territorio, pero las empresas productoras no han tenido la oportunidad de iniciar su actividad, debido a diversos problemas e impedimentos contextuales, incluso tras la concesión de explotación. El potencial de nuestro país es innegable, pero no se están poniendo los medios y la disposición necesarias para saber el alcance que puede tener. "Apenas se han

investigado los recursos, por lo que sería aventurado decir si poseemos reservas suficientes. Sin embargo hay indicios e incluso algún yacimiento ya evaluado como el de Matamulas, en Ciudad Real, o la de Monte Galiñeiro, en Pontevedra".

Comenzar una explotación suele llevar a cabo una serie de fases que pueden alargarse hasta más allá de 15 años. El cronograma aproximado del desarrollo de proyectos convencionales sería:

– Exploración del recurso (de 4 a 6 años)
– Contexto, alcance y planta piloto (6 años-mínimo)
– Financiación (3 años-mínimo)
– Puesta en marcha optimizada (1 año)

El tratamiento posterior depende del óxido de Tierras Raras que se trate, aunque suele considerarse un proceso complejo. Durante todas estas fases, previas al uso industrial, se afrontan ciertos riesgos derivados de la actividad. "Cualquier proyecto minero produce afecciones al medio", explica los expertos geólogos, "razón por la cual la legislación es sumamente restrictiva en relación con el impacto ambiental de los proyectos y con la obligación de restaurar los terrenos afectados una vez terminada la explotación". Si dichos proyectos se realizan con total cumplimiento a la normativa vigente, sus afecciones son limitadas y eventualmente compensadas, y los terrenos devueltos a su situación inicial sin mayor problema. "Muchas veces las zonas afectadas por explotaciones mineras se convierten en zonas ambientalmente mucho mejores que antes de que se produjera la explotación". Además, cada caso y proceso implica diferentes afecciones al medio. Por ejemplo, en el único caso estudiado en España (el yacimiento de Matamulas) consistente en unas gravas con monacita, las alegaciones ambientales más importantes son el consumo de agua previsto y las posibles alteraciones a la fauna y la flora, razón por la que no se ha autorizado dicho proyecto hasta la fecha".

Los riesgos de tratamiento, sin embargo, son similares a los de cualquier otra instalación industrial, y por lo tanto deben cumplir también con unas condiciones frecuentes.

Propiedades y aplicaciones

La configuración atómica de las Tierras Raras es la clave de las propiedades físicas y químicas que tienen utilidad en la industria: catalizadores, electrónica, imanes, óptica, vidrio, cerámica y metalurgia. Los elementos obtenidos de los minerales se utilizan en un sinfín de aplicaciones industriales.

"El samario, por ejemplo, se emplea en potentes imanes permanentes que permiten el desarrollo de los motores eléctricos modernos; y el almacenado de datos informáticos, que cada vez se hace en equipos más pequeños y con mayor capacidad, debe parte de sus avances a las extraordinarias propiedades magnéticas del iterbio y del terbio. Y los fantásticos colores rojos de las pantallas planas, que han sustituido a los viejos tubos de rayos catódicos, tienen mucho que ver con el europio y el itrio" cuenta el presidente del ICOG.

Por su parte, el neodimio es uno de los elementos con más aplicaciones en el mercado. Se usa, por ejemplo, en el desarrollo de cristales reforzados a partir del colorante de los esmaltes cerámicos que consiguen optimizar la resistencia, avance significativo en la fabricación de las gafas protectoras que usan los soldadores, ya que absorbe la luz ámbar de la llama del arco voltaico.

Su tonalidad también aporta delicados colores a otro tipo de cristales que se utilizan en productos tecnológicos básicos en sectores como la Astrofísica (los astrónomos los usan para calibrar los espectrómetros y filtros de radiación infrarroja) o la tecnología, ya que dan lugar a unos imanes de gran intensidad de campo. Estos imanes, económicos y potentes, son de uso habitual en la fabricación de auriculares, altavoces, discos duros o sensores.

Al margen de estos casos concretos, las Tierras Raras se utilizan en muchos más ámbitos como, por ejemplo, los procesos de refinamiento de petróleo, en refrigeración, almacenamiento de energía, vidrios especializados, baterías nucleares o tubos de rayos X. Además, están presentes en infinidad de objetos cotidianos como teléfonos, lámparas fluorescentes o cámaras. Una de las industrias que más provecho saca de los 17 elementos es la Automoción, ya que son imprescindibles para la fabricación de vehículos eléctricos. Los motores incorporan imanes compuestos por materiales como el disprosio, el gadolinio o el mismo neodimio, y el cerio forma parte de catalizadores y baterías híbridas.

Aunque se venden por kilos y en la actualidad su precio varía desde los 1,7 dólares del cerio a los 730 del terbio, se incluyen por gramos en los productos. Las inmensas reservas y su polivalencia auguran un gran futuro para estos

materiales, aunque se asegura que, a pesar de que la tendencia señale determinados sectores como aquellos que más se beneficiarán de sus propiedades, no se debe dar por sentada. “Es difícil predecirlo”, “pero dada la evolución de la descarbonización y la electrificación del transporte mundial, los catalizadores, las baterías y las turbinas eólicas serán seguramente los sectores con más crecimiento en su uso. En todo caso, la clave está en sus extraordinarias propiedades físicas y químicas”.

El IES Valle de Turón inaugura la primera tabla periódica interactiva en Lengua de Signos Española en un centro de enseñanza secundaria

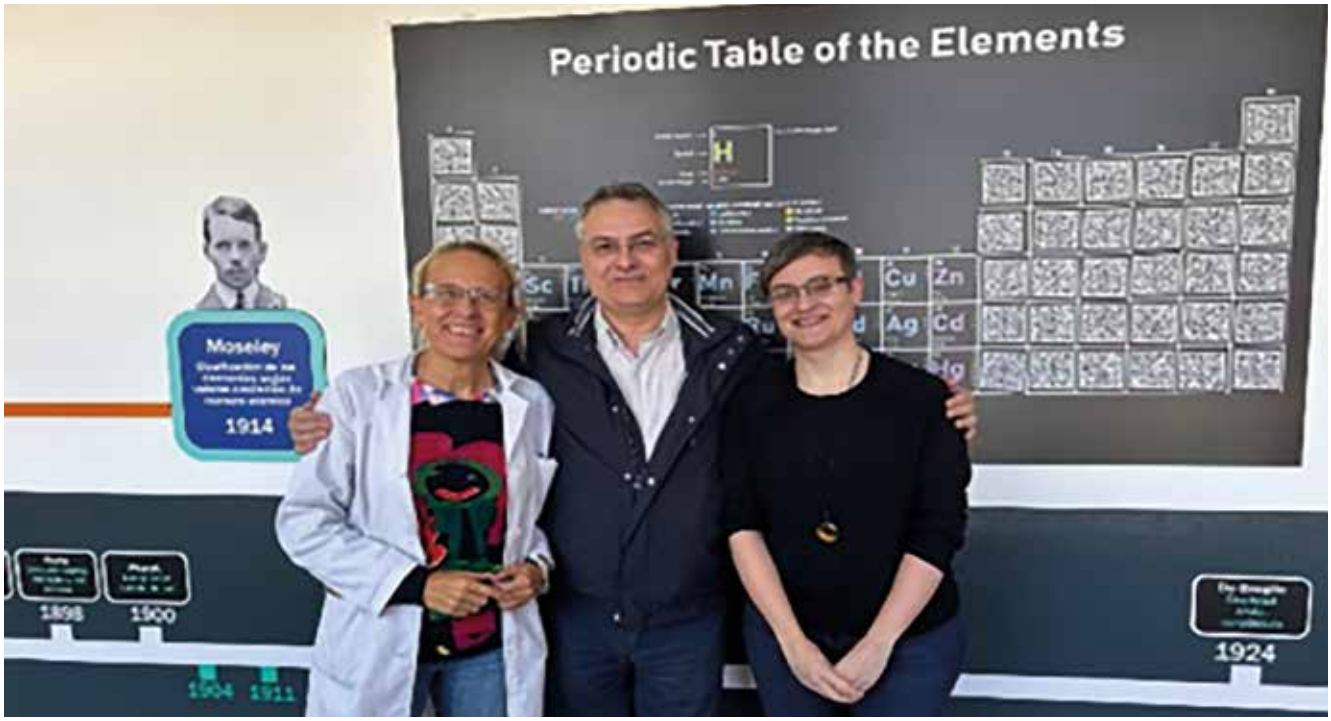
Profesora María Jesús López González

Como broche final a la Semana Internacional de las Personas Sordas, el 29 de septiembre se celebró, en el Salón de Actos del IES Valle de Turón, la inauguración de una exposición pionera en el ámbito educativo: una tabla periódica interactiva magnética que incorpora los Signos de los elementos químicos en la Lengua de Signos Española (LSE).

Las lenguas de signos son las lenguas naturales de las personas sordas facilitando el aprendizaje y el acceso a la lengua oral y, por ello, la participación e inclusión social. De acuerdo con la Federación Mundial de Sordos se estima la existencia de más de 300 lenguas de signos en el mundo y unos 70 millones de personas sordas que las usan. Hasta el momento no existía ninguna traducción completa de los 118 elementos químicos de la Tabla Periódica a una lengua signada por lo que se debía deletrear con las manos el nombre de cada elemento o símbolo. Procedimiento muy tedioso y poco eficaz para el proceso de enseñanza de la Química.

La Dra. Aránzazu Valdés González y el Dr. Javier Martín Antón, Investigadores de la Universidad de Oviedo, han logrado traducir, por primera vez en el mundo, la tabla periódica de los 118 elementos

De izquierda a derecha: José Carlos Rubio Fernández; Miguel Ferrero Fuertes; Emma María Ovejero Larsson; Manuel Ángel Álvarez; Aránzazu Valdés González; Nuria Ordóñez Martín y Javier Martín Antón.



De izquierda a derecha: María Jesús López González; Javier Martín Antón y Aránzazu Valdés González

químicos a una lengua signada, concretamente la Lengua de Signos Española, LSE. El método empleado, denominado «combinación simultánea», permite generar nuevos signos a partir de la unión de dos ya existentes. En este caso, se ha utilizado el símbolo 'tabla periódica' unido a otros términos en LSE en base a criterios etimológicos o a conceptos vinculados a la vida cotidiana. Por ejemplo, en el caso del Helio, su signo combina los significantes 'tabla periódica' y 'sol', en referencia a su origen etimológico vinculado al dios griego Helios, mientras que la asociación, en nuestro día a día, del consumo de calcio a la salud de nuestros huesos es la clave que vincula al Calcio con el `identidad´ HUESO.

Aunque el trabajo se ha centrado en proporcionar un signo, en LSE, para cada elemento químico el procedimiento es fácilmente extrapolable a todas las lenguas de modalidad viso-gestual y también al sistema de signos internacional por lo que representa un hito histórico para las lenguas signadas y, más aún, para la LSE y para Asturias.

El acto de inauguración ha sido presentado por Emma María Ovejero Larsson, directora del IES Valle de Turón y ha contado con la presencia de la Dra. Aránzazu Valdés González y el Dr. Javier Martín Antón, así como del presidente de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias, el Dr. D. Miguel Ferrero Fuertes y del decano del Colegio de Químicos de Asturias y León, D. José Carlos Rubio Fernández, quienes han compartido con nuestra comunidad escolar su visión sobre la importancia de iniciativas inclusivas en el ámbito educativo y científico. Como invitados especiales, han estado el alcalde de Mieres, Sr. Manuel Ángel Álvarez y la concejala de Cultura, Sra. Nuria Ordóñez Martín, que han inaugurado formalmente la Tabla Periódica.

El alumnado también fue partícipe de esta jornada en la que se llevó a cabo una dinámica grupal que despertó gran entusiasmo. Los estudiantes fueron invitados a adivinar cómo se signaban al-

Momento de retirada de la tela que cubría la tabla

gunos de los elementos químicos más presentes en su vida cotidiana, como el oxígeno, el calcio o el hierro. A través de pistas visuales y gestuales los alumnos y alumnas intentaron reproducir con la ayuda de Aránzazu los signos correspondientes. Aquellos que lograron acertar el signo correcto recibieron un pequeño obsequio como reconocimiento a su implicación.

Por último, los investigadores han tenido la generosidad de aceptar una entrevista realizada por dos alumnas del Ciclo Formativo de Atención a Personas en Situación de Dependencia, APSD, donde nos han hablado de lo que ha supuesto el proceso de investigación y el impacto que este hito está teniendo tanto a nivel académico como para la sociedad. Una entrevista muy cercana que invita a la reflexión y que nos deja grandes consejos para nuestros jóvenes: estudiar lo que haga brillar sus ojos y nunca pensar que es tarde para seguir una vocación.

El enlace para poder oír la entrevista está en el canal de radio "Turón Científico. La voz de la ciencia": https://open.spotify.com/show/6GlBam-Bim3AO0saTvs7XN2?si=63I7J_vTQSWh0IZtcOJ-1VA&nd=1&dlsi=165c9a3052974242

Este proyecto representa un paso firme hacia la inclusión y accesibilidad en la enseñanza de las ciencias, permitiendo que el alumnado con diversidad funcional auditiva pueda acceder al conocimiento científico en igualdad de oportunidades.

Desde este foro queremos agradecer a todos los asistentes al acto de inauguración y muy especialmente a los investigadores Aránzazu y Javier por su gran cercanía con el alumnado y generosidad en su tiempo y dedicación en el centro.

Alumnado del Ciclo Formativo de APSD, entrevistando a los investigadores, Aránzazu Valdés González y Javier Martín Antón

II Jornada divulgación Mapa de Riesgo Químico en Asturias (MRQ)

Yolanda Juanes Pérez. Técnico de PRL del IAPRL

El día 16 de octubre el Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León (COQAL) junto con el Área de Higiene Industrial del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales (IAPRL), han organizado la II Jornada de divulgación del Mapa de Riesgo Químico en Asturias (MRQ) en el Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR) en Oviedo con más de 100 personas inscritas. En la presentación del evento participaron Miryam Hernández Fernández, directora del IAPRL, Fabián Suárez García, director del INCAR, y José Carlos Rubio, decano del COQAL.

La primera ponencia trató los resultados del MRQ en Asturias en distintos sectores de actividad sobre agentes químicos cancerígenos y mutágenos en el trabajo. Ofelia García Hevia, jefa del servicio de riesgos laborales del IAPRL, explicó la importancia y metodología del proyecto MRQ, desarrollado desde 2007 en empresas del Principado. Este se concibe como un conjunto de mapas sectoriales para cubrir la falta de información sobre los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y sus implicaciones en la seguridad y salud de las personas trabajadoras.

Yolanda Juanes Pérez, coordinadora, autora del MRQ y técnica de higiene industrial del IAPRL, presentó los resultados relativos a agentes químicos cancerígenos y mutágenos de categoría 1 en los siete sectores analizados: químico, siderometalúrgico, sanitario, limpieza, artes gráficas, construcción y peluquería y centros de belleza, conforme al Real Decreto 665/1997 sobre protección frente a agentes cancerígenos en el trabajo.

Posteriormente, Héctor Rodríguez Prieto, colegiado químico y participante en el MRQ, mostró una herramienta informática pública y gratuita que permite consultar los agentes químicos presentes en distintos sectores. Esta base de datos resulta útil para técnicos de prevención, trabajadores y empresas interesadas en información sobre agentes cancerígenos y mutágenos de categoría 1.

La segunda mesa, dirigida por Ruth Jiménez Saavedra, coordinadora del área de prevención de riesgos laborales del CSIC, se centró en la gestión del riesgo químico en investigación mediante herramientas cualitativas. Destacó que la gestión del riesgo químico implica eliminar, minimizar y controlar la exposición laboral a sustancias peligrosas. Además de las mediciones en aire para valorar la exposición, existen herramientas complementarias que no requieren mediciones personales y que permiten evaluar cualitativamente riesgos por inhalación o contacto dérmico, estimar la exposición inhalatoria y valorar los efectos de las medidas de control sobre el riesgo.

Foto: José Carlos Rubio (decano del COQAL), Fabián Suárez García (director del INCAR) y Miryam Hernández Fernández (directora del IAPRL).

San Alberto Magno 2025

Sábado 15 de Noviembre.

Auditorio Príncipe Felipe - Salas de conferencias 1y 2 - Oviedo

El Decano del Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León

• • •

El Presidente de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias

• • •

El Decano de la Facultad de Química de la Universidad de Oviedo

Le saludan cordialmente y le remiten el Programa de actos a celebrar con motivo de la festividad de Nuestro Patrono San Alberto Magno, esperando contar con su grata compañía

PROGRAMA DE ACTOS

11:30 H. Santa Misa en la Iglesia de San Francisco de Asís, en sufragio de los compañeros fallecidos durante el año.

ACTO OFICIAL EN EL AUDITORIO PRÍNCIPE FELIPE

12:45 H. Informe de actividades de las Organizaciones.

Entrega del XLVI Premio "San Alberto Magno" para Tesis Doctorales y XXXVII Premio "San Alberto Magno" para Trabajos de Investigación, ambos patrocinados por una donación en memoria del químico D. José Luis García Vallina.

Entrega del XXI Premio "San Alberto Magno al Mérito Científico" a la empresa FCC AQUALIA. La conferencia correrá a cargo del premiado.

Imposición de la Insignia del Colegio/Asociación a los nuevos colegiados/asociados y a los que cumplen 25 y 50 años en nuestras organizaciones.

14:15 H. Comida en el Restaurante del Auditorio Príncipe Felipe.

Se ruega confirmen la asistencia antes del 11 de noviembre.

Secretaría del Colegio/Asociación de Químicos: Avda. Pedro Masaveu, 1 - 1.º D - 33007 OVIEDO

Teléfono 985 23 47 42. E-mail: colegioquimicos@alquimicos.com. www.alquimicos.com

Convocatoria de elecciones - Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León

NOTIFICACIÓN DE ACUERDO DE ELECCIONES 2025

La Junta Directiva del Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León en su reunión del 1**4 de octubre del 2025,** de acuerdo con los estatutos vigentes, ha tomado por unanimidad el acuerdo de convocar elecciones reglamentarias para **cubrir los siguientes cargos por una duración de cuatro años:**

Cargos a los que corresponde cesar:
Decano: D. José Carlos Rubio Fernández
Vicedecano 1º: D. Miguel Ferrero Fuertes
Vicedecano 2º: D. Javier Santos Navia
Vicedecano de León: D. José Ángel Redondo Rodríguez
Vocales: D. Amador Menéndez Velázquez, D. Francisco Álvarez Castelao, D. Fernando Rubiera González, Dña. Cristina Díaz Muñiz, D. Humberto Rodríguez Solla.

Los Estatutos del Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León dicen:

Artículo 19. De la mesa electoral

- El proceso electoral se iniciará con la constitución de la Mesa Electoral, acto que tendrá lugar el décimo día natural siguiente a contar de la fecha del acuerdo de convocatoria.
- La Mesa Electoral estará constituida por el Decano y el Secretario del Colegio, que actuarán como Presidente y Secretario, respectivamente, de la mesa, y el colegiado más antiguo y el más moderno. Si alguno de ellos se presentara a la elección o reelección o se viera imposibilitado para el desempeño de sus funciones será sustituido por el que reglamentariamente le corresponda o por el que siga o preceda en orden de antigüedad.
- De la constitución de la mesa Electoral se levantará Acta.

Artículo 20.- De los electores y de los elegibles

- Serán electores todos los colegiados que están dados de alta en el Colegio y al corriente de pago de las cuotas al día de la convocatoria, y figuren inscritos en el Libro Registro del Colegio, documento que tendrá el carácter de censo electoral y deberá ser cerrado a estos efectos, con una diligencia del secretario en la que se hará constar el número de colegiados existentes a dicha fecha.
- Serán elegibles todos los colegiados que, no estando incursos en prohibición o incapacidad legal o estatutaria, se encuentren en las mismas circunstancias del apartado anterior, reúnan las condiciones de antigüedad y residencia u otras exigidas por los estatutos particulares de cada Colegio y presenten la correspondiente candidatura.
- En todo caso, para ser designado para el cargo de Decano será requisito indispensable llevar cinco años de Colegiación, y tres años para los de Vicedecano, Secretario y Tesorero.

Artículo 21.- De la presentación y proclamación de candidaturas

- Los colegiados que deseen formar parte de la Junta Directiva presentarán sus candidaturas mediante escrito dirigido a la mesa Electoral, a través del Registro del Colegio.
- El plazo de presentación de las candidaturas finalizará a las diecinueve horas del vigésimo día natural siguiente al del acuerdo de la convocatoria de las elecciones.
- Las candidaturas podrán ser individuales o colectivas. Será requisito indispensable para la admisión de candidaturas colectivas el nombramiento de un representante que deberá estar colegiado, que podrá ser o no candidato, que se encargará de realizar todas las gestiones de la candidatura y de recibir las notificaciones que hayan de practicarse a la misma.

Acuerdo Junta Directiva	14 octubre
Notificación acuerdo	Hasta el 24 de octubre
Acta de constitución mesa electoral	27 de octubre
Presentación de candidaturas	Antes 19:00 h. / 3 de noviembre
Proclamación de candidaturas	10 de noviembre
Campaña electoral	Hasta 24 de noviembre
Votación	11 diciembre*

Si hubiese impugnación en la proclamación de candidaturas, se celebrarían el día 18 de diciembre de 2025. El censo de Electores al día 14 de octubre del 2025 es de **540 colegiados** y está expuesto en el tablón de anuncios de las oficinas durante el proceso electoral.

Convocatoria de elecciones - Asociación de Químicos del Principado de Asturias

NOTIFICACIÓN DE ACUERDO DE ELECCIONES 2025
La Junta Directiva de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias en su reunión del **14 de octubre del 2025,** de acuerdo con los estatutos vigentes, ha tomado por unanimidad el acuerdo de convocar elecciones reglamentarias para **cubrir los siguientes cargos por una duración de cuatro años:**

Cargos a los que corresponde cesar:
Presidente: D. Miguel Ferrero Fuertes
Vicepresidente 1º: D. José Carlos Rubio Fernández
Vicepresidente 2ª: D. Victorio Cadierno Menéndez
Tesorero: D. Javier Santos Navia
Interventora: Dña. María Jesús Rodríguez González
Vocales: D. Álvaro Fernández Suárez, D. Juan Enterría Galguera, D. Julio Antonio Pérez Álvarez, Dña. Clara Huerta Rodríguez

Los Estatutos de la Asociación de Químicos del Principado de Asturias dicen:

Artículo 39. De la mesa electoral
- El proceso electoral se iniciará con la constitución de la Mesa Electoral, acto que tendrá lugar el décimo día siguiente a contar de la fecha del acuerdo de convocatoria.
- La Mesa Electoral estará constituida por el Presidente y el Secretario de la Asociación, que actuarán como Presidente y secretario, respectivamente, de la mesa, y el asociado más antiguo y el más moderno. Si alguno de ellos se presentara a la elección o reelección o se viera imposibilitado para el desempeño de sus funciones será sustituido por el que reglamentariamente le corresponda o por el que siga o preceda en orden de antigüedad.
- De la constitución de la mesa Electoral se levantará Acta.

Artículo 40.- De los electores y de los elegibles
- Serán electores todos los asociados que están dados de alta en la Asociación y al corriente de pago de las cuotas al día de la convocatoria, y figuren inscritos en el Libro Registro de la Asociación, documento que tendrá el carácter de censo electoral y deberá ser cerrado a estos efectos, con una diligencia del secretario en la que se hará constar el número de asociados existentes a dicha fecha.
- Serán elegibles todos los asociados que, no estando incursos en prohibición o incapacidad legal o estatutaria, se encuentren en las mismas circunstancias del apartado anterior, reúnan las condiciones de antigüedad y presenten la correspondiente candidatura.
- En todo caso, para ser designado para el cargo de Presidente será requisito indispensable llevar cinco años en la Asociación y tres años para los de Vicepresidente, Secretario y Tesorero.

Artículo 41.- De la presentación y proclamación de candidaturas
- Los asociados que deseen formar parte de la Junta Directiva presentarán sus candidaturas mediante escrito dirigido a la mesa Electoral, a través del Registro de la Asociación.
- El plazo de presentación de las candidaturas finalizará a las diecinueve horas del vigésimo día natural siguiente al del acuerdo de la convocatoria de las elecciones.
- Las candidaturas podrán ser individuales o colectivas. Será requisito indispensable para la admisión de candidaturas colectivas el nombramiento de un representante que deberá estar asociado, que podrá ser o no candidato, que se encargará de realizar todas las gestiones de la candidatura y de recibir las notificaciones que hayan de practicarse a la misma.

Acuerdo Junta Directiva	14 octubre
Notificación acuerdo	Hasta el 24 de octubre
Acta de constitución mesa electoral	27 de octubre
Presentación de candidaturas	Antes 19:00 h. / 3 de noviembre
Proclamación de candidaturas	10 de noviembre
Campaña electoral	Hasta 24 de noviembre
Votación	11 diciembre*

Si hubiese impugnación en la proclamación de candidaturas, se celebrarían el día 18 de diciembre de 2025. El censo de Electores al día 14 de octubre del 2025 es de **645 asociados** y está expuesto en el tablón de anuncios de las oficinas durante el proceso electoral.

El Principado suspende temporalmente las licencias para parques de baterías «ante la alarma social que se estaba generando»

El gobierno regional asegura que esta medida permitirá ordenar estas instalaciones en Asturias y afrontar los retos ambientales y sociales asociados a esta tecnología

El Consejo de Gobierno ha acordado la suspensión temporal de licencias para la instalación de parques de baterías en suelo no urbanizable y ha dado luz verde al inicio de las directrices sectoriales que regularán estas instalaciones.

En la elaboración de la norma participarán dos consejerías: Ordenación de Territorio formulará las directrices y Ciencia redactará el documento de avance, que precisará los objetivos de la regulación, y el documento inicial estratégico de evaluación ambiental.

Con este acuerdo, el Principado responde al aumento de solicitudes para implantar equipamientos de almacenamiento energético, que ha generado preocupación social ante la falta de regulación urbanística específica. La medida permitirá ordenar estas instalaciones en Asturias y afrontar los retos ambientales y sociales asociados a esta tecnología.

Recreación de la instalación de los tres parque de baterías (en el centro a la derecha), en Argüelles.

Excepciones

La suspensión de licencias, vigente hasta la aprobación de las directrices sectoriales, contempla excepciones para suelos no urbanizables con actividades mineras, industriales o energéticas, o en situación de abandono o degradación sin restaurar. También se exceptúan las instalaciones destinadas al autoconsumo con potencia inferior a 3 megavatios (MW).

La elaboración de las directrices incluirá un período de información pública que garantizará la transparencia y participación ciudadana, con el fin de conciliar la transición energética con la protección del territorio y la calidad de vida.

La futura regulación servirá de base a los servicios autonómicos y a los ayuntamientos para evaluar los proyectos de baterías.

En la rueda de prensa posterior al Consejo de Gobierno, el presidente del Principado, Adrián Barbón, recordó que la decisión responde a un compromiso con la ciudadanía ante la “alarma social” generada. Además, aclaró que el ordenamiento jurídico impide cambiar el uso de terrenos afectados por incendios forestales, desmintiendo los “bulos” sobre la instalación de placas solares, baterías o aerogeneradores en esas zonas.

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE ASTURIAS Y LEÓN

JUNTA GENERAL ORDINARIA

PRESENCIAL

Y

ON-LINE

Por acuerdo de Junta Directiva del 14 de octubre de 2025 se convoca a Junta General Ordinaria:

Fecha: 16 de diciembre de 2025
Primera convocatoria: 18:00 h.
Segunda convocatoria: 18:30 h.

Colegio Oficial de QUÍMICOS de Asturias y León

Orden del día:

1. Lectura del acta de la reunión anterior y aprobación de la misma
2. Presentación de las nuevas Juntas Directivas
3. Presentación y aprobación del presupuesto 2026 y aprobación si procede
4. Nombramiento de interventores de acta
5. Ruegos, preguntas y sugerencias

ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

PRESENCIAL

Y

ON-LINE

Por acuerdo de Junta Directiva del 14 de octubre de 2025 se convoca a Junta General Ordinaria:

Fecha: 16 de diciembre de 2025
Primera convocatoria: 18:30 h.
Segunda convocatoria: 19:00 h.

Asociación de QUÍMICOS del Principado de Asturias

Orden del día:

1. Lectura del acta de la reunión anterior y aprobación de la misma
2. Presentación de las nuevas Juntas Directivas
3. Presentación y aprobación del presupuesto 2026 y aprobación si procede
4. Nombramiento de interventores de acta
5. Ruegos, preguntas y sugerencias

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

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

CAJA RURAL DE ASTURIAS