

2º SEMESTRE 2025

Nº7 VOLUMEN 2

GALICIA QUÍMICA



ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE GALICIA



Colexio Oficial de
Químicos de Galicia

Colegio Oficial de Químicos de Galicia

GALICIA QUÍMICA



Colegio Oficial de
Químicos de Galicia



ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE GALICIA

Revista del Colegio Oficial de
Químicos de Galicia
2º Semestre 2025
Volumen 7, nº 2

ISSN 2659-3726

El contenido de los artículos es propiedad y responsabilidad de cada autor

www.colquiga.org/revista-galicia-quimica

Edita: COLQUIGA

Comité Editorial:

Manuel Rodríguez Méndez

Pastora M. Bello Bugallo

Maquetación y Diseño:

Fabiola Ramírez Gradilla

Índice

Editorial	3
<i>La Didáctica de la Química se consolida como puente entre la Ciencia y la Sociedad: Éxito del VI Congreso Internacional</i>	5
<i>Metodologías Docentes</i>	
La experimentación científica como herramienta didáctica en la educación primaria: Construyendo modelos de ciencia escolares	13
Enseñanza de los receptores de glutamato a través de un cuento tradicional	20
Práctica de laboratorio: Síntesis del carbonato de calcio mediante una reacción de precipitación. Aspectos químicos de la práctica	31
Repensando la Química Orgánica: Estrategias docentes para el cambio educativo.	36
Aplicación educativa del proceso de diálisis para visualizar la difusión y separación de iones o moléculas de distinto tamaño	39
Participación de los centros educativos en las Olimpiadas de Química de Extremadura. 2013-2025. ..	42
Diseño y aplicación de una metodología de gamificación para indagar sobre concepciones alternativas en Química Analítica	47
La tinta invisible una Aproximación a la química en contextos de la escuela rural	50
Evaluación en química: La importancia del diagnóstico.	56
Sostenibilidad y el papel de los nuevos materiales en el tratamiento de la contaminación	66
Creación de recursos didácticos innovadores mediante lápices 3D: materiales y aplicaciones	70
LA MUTUALIDAD DE LOS QUÍMICOS, EN CADA ETAPA DE LA VIDA PROFESIONAL Y PERSONAL.....	73



Manuel Rodríguez Méndez

*Decano - Presidente del Colegio y
Asociación de Químicos de Galicia.*

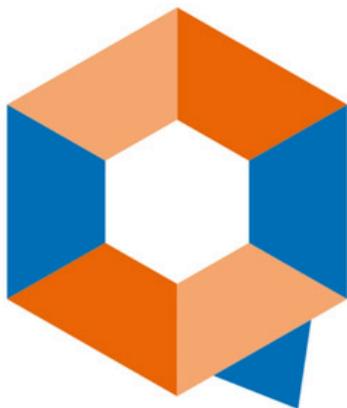
Un colegio profesional, como el Colegio Oficial de Químicos de Galicia, nuestro Colegio, es una corporación de derecho público, reconocido así por la Constitución Española (art. 36); es, por lo tanto, una entidad diferente en naturaleza y en funciones a todas las demás: no es una asociación, no es un sindicato, no es una asociación empresarial ni, tampoco, una fundación. Simplemente, es una corporación de derecho público con unas funciones muy específicas y necesarias en la vertebración social de España. Un colegio profesional ejerce funciones público-privadas. Un colegio profesional es una institución posicionada entre la Administración, las personas colegiadas y los consumidores. El Colegio es el representante de las personas colegiadas ante las administraciones públicas y demás organismos sociales.

Los colegios profesionales fueron creados por los poderes públicos para llevar a cabo un control independiente e imparcial de la actividad profesional de sus profesionales, permitiendo a los consumidores y a la ciudadanía ejercer sus derechos con plenas garantías sobre la actividad de sus profesionales. Así, todas las personas que ejerzan una profesión colegiada, como la profesión química, se verán sujetas a unos requisitos que garanticen la calidad de sus servicios y un ejercicio ético de la profesión. El colegio profesional es el garante de estas condiciones ante la sociedad.

Son, por ello, y resumiendo, los fines esenciales de un colegio profesional, como el Colegio Oficial de Químicos: en primer lugar, la ordenación del ejercicio de las profesiones; la representación institucional exclusiva de las profesiones cuando estén sujetas a colegiación obligatoria; la defensa de los intereses profesionales de las personas colegiadas y, finalmente, la protección de los intereses del colectivo de consumidores y usuarios de los servicios que las personas colegiadas.

La estructura colegial de la profesión química está formada, en el vértice superior, por el Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos de España y, dependiendo de este, los colegios oficiales de químicos de las comunidades autónomas, como el Colegio Oficial de Químicos de Galicia, o los colegios oficiales pluriautonómicos.

Para el apoyo de las personas colegiadas, los colegios profesionales de química disponen de la Mutualidad de Químicos de España, uno de los pilares para las personas que ejercen la profesión química en España y que, en este número de GALICIA QUÍMICA, se os indica cómo aprovechar sus funciones. En este número se presentan, también, algunos artículos de las ponencias presentadas en el VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química, que la Asociación de Químicos de Galicia, en colaboración con el Colegio, ha celebrado en el mes de mayo de este año. Congreso que, año a año, se va posicionando como un congreso de referencia en España e Iberoamérica sobre la enseñanza de la química.



XXIX ENCONTRO LUSO-GALEGO DE QUÍMICA

PLENÁRIAS

» 10-12 NOV '25
FÓRUM BRAGA
PORTUGAL



Prof. Nicola Armaroli

Istituto per la Sintesi Organica
e la Fotoreattività
CNR-ISOF, Bologna, Italy

Prof. Pastora Bello Bugallo

Departamento de Enxeñaría Química
Univ. Santiago de Compostela
Santiago de Compostela, España



Prof. Verónica Bermudez

Departamento de Química
Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro
Vila Real, Portugal

Prof. Nuno Mateus

Departamento de Química e Bioquímica
Fac. Ciências - Universidade do Porto
Porto, Portugal



Prof. António Echavarren

Institut Català d'Investigació Química (ICIQ)
Tarragona, España



ORGANIZAÇÃO



<https://xxixelgg.events.chemistry.pt/pt>

La Didáctica de la Química se consolida como puente entre la Ciencia y la Sociedad: Éxito del VI Congreso Internacional

Juan Sanmartín

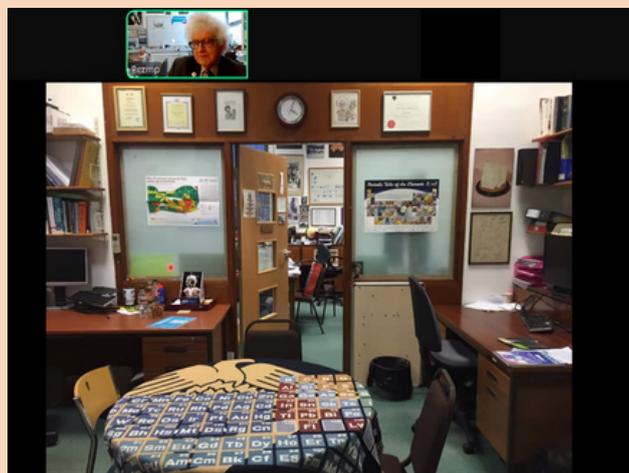
Coordinador del Congreso. Vicepresidente y vicedecano primero de la Asociación y Colegio de Químicos de Galicia

La enseñanza de la química ha encontrado en el formato virtual una nueva dimensión para su desarrollo y proyección internacional. Entre los días 22, 23 y 24 de mayo de 2025, el VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química demostró que la educación científica puede trascender fronteras geográficas sin perder profundidad académica ni calidez humana. Organizado por la Asociación de Químicos de Galicia, este encuentro se ha consolidado como un referente mundial en la innovación educativa química.

Una Red Internacional de Conocimiento Compartido

El congreso, que celebraba su sexta edición, contó con el respaldo institucional del Colegio Oficial de Químicos de Galicia, el Grupo de Asociaciones de Químicos (GAQ), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ), la Sociedade Brasileira de Ensino de Química y la Revista Educación 3.0. Esta amplia red de colaboración internacional no solo evidenció el alcance global del evento, sino que también reflejó la madurez de una comunidad educativa que ha sabido adaptarse, crecer y afianzarse en un entorno digital.

Desde su inicio en 2019, el congreso ha experimentado una evolución constante. La transición al formato digital, iniciada en 2023, ha permitido una democratización sin precedentes del acceso al conocimiento especializado. Participantes de 14 países se dieron cita en las diferentes sesiones, configurando un mosaico cultural y académico que enriqueció cada una de las más de 80 comunicaciones presentadas, distribuidas entre ponencias magistrales, presentaciones orales y exposiciones de pósters.



Voces Magistrales que Inspiran y Transforman

La conferencia inaugural corrió a cargo del profesor Sir Martyn Poliakoff, de la Universidad de Nottingham, figura emblemática de la divulgación química internacional gracias a su trabajo en el canal Periodic Videos. Su intervención, titulada "Mendeleev's Gift to Everyone (Including You and Me)", fue mucho más que una lección sobre la tabla periódica; constituyó una verdadera declaración de principios sobre la democratización del conocimiento químico.

El prof. Poliakoff logró conectar con la audiencia presentando la tabla periódica no como un objeto de estudio árido y complejo, sino como una herramienta viva y accesible que cualquier persona puede utilizar para comprender mejor el mundo material que la rodea. Su enfoque pedagógico, caracterizado por la combinación de rigor científico y comunicación clara, sirvió de inspiración para muchos de los educadores participantes, quienes encontraron en sus palabras una reafirmación de que la química puede y debe ser comprensible para todos.

En una línea complementaria pero igualmente reveladora, el profesor Sergio Menargues, de la Universidad de Alicante, ofreció una perspectiva crítica y reflexiva con su ponencia "El Premio Nobel de Química: la otra cara". Su análisis histórico no se limitó a celebrar los logros reconocidos, sino que puso el foco en las ausencias significativas, explorando cómo factores no científicos —rivalidades personales, sesgos de género, consideraciones geopolíticas o religiosas— que han influido en las decisiones del comité Nobel.



Esta intervención generó un debate fructífero sobre la construcción del canon científico y la necesidad de revisar críticamente los relatos históricos de la química. El profesor Menargues invitó a reflexionar sobre figuras como Rosalind Franklin, Lise Meitner o Chien-Shiung Wu, entre otras, cuyas contribuciones fundamentales para la ciencia no recibieron el reconocimiento que merecían. Esto plantea interrogantes sobre cómo factores ajenos a la ciencia —como el contexto social, político o de género— han influido en la visibilidad de ciertos logros.

Innovación Pedagógica desde Latinoamérica

La participación latinoamericana aportó una perspectiva especialmente enriquecedora al congreso. Desde la UNAM, la profesora María Teresa Rodríguez Salazar presentó un enfoque innovador basado en la investigación formativa aplicada a la química analítica ambiental.

Su propuesta metodológica demostró cómo involucrar al estudiantado en proyectos de investigación reales no solo mejora su comprensión conceptual, sino que desarrolla competencias transversales fundamentales: pensamiento crítico, autonomía intelectual y compromiso social.



La experiencia presentada por Rodríguez Salazar se centra en el análisis de contaminantes en ecosistemas locales, permitiendo que los estudiantes apliquen técnicas analíticas avanzadas mientras investigan problemas ambientales de su entorno inmediato. Esta metodología, que combina aprendizaje servicio con investigación científica rigurosa, se ha convertido en un modelo replicable que varios participantes expresaron su interés en adaptar a sus propios contextos educativos.

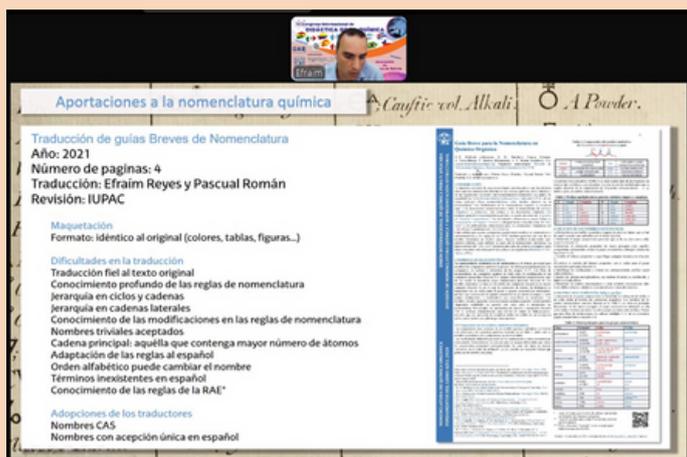
Desde el Instituto Politécnico de Santa Rosa Jáuregui destacó especialmente por su enfoque innovador en la integración tecnológica. Su equipo presentó, entre otras, una experiencia exitosa sobre la incorporación del simulador PhET Colorado en la enseñanza del balanceo de ecuaciones químicas, desarrollada en colaboración con instituciones de educación media superior en Querétaro, México.

Esta propuesta demostró cómo la tecnología, cuando se integra de manera estratégica y fundamentada pedagógicamente, puede transformar conceptos tradicionalmente abstractos en experiencias de aprendizaje visuales e interactivas.

Los resultados presentados evidenciaron mejoras significativas en la comprensión conceptual de los estudiantes, así como un incremento notable en su motivación y compromiso con los contenidos químicos.

Historia y Epistemología: Construyendo Contexto

Una de las intervenciones más aplaudidas fue la del profesor Efraím Reyes, de la Universidad del País Vasco, quien ofreció una magistral reflexión sobre la evolución histórica de la formulación y nomenclatura química. Su ponencia constituyó un viaje intelectual desde las raíces alquímicas del lenguaje químico hasta los estándares contemporáneos establecidos por la IUPAC.



Reyes argumentó convincentemente que enseñar química sin perspectiva histórica es privar a los estudiantes de una comprensión profunda de cómo se construye el conocimiento científico. Su análisis mostró cómo cada cambio que se ha producido en la nomenclatura química refleja transformaciones conceptuales más profundas en nuestra comprensión de la materia, desde la teoría del flogisto hasta la teoría atómica moderna.

Esta aproximación epistemológica resonó especialmente entre los participantes, quienes reconocieron en ella una oportunidad para humanizar la química, mostrando su carácter dinámico y evolutivo frente a la percepción común de la ciencia como un conjunto de verdades inmutables.

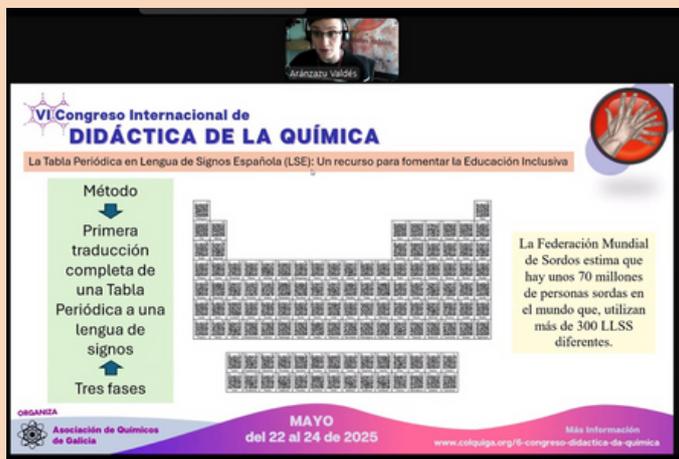
Inclusión Educativa: La Química para Todas las Personas

Destacó en este congreso el espacio dedicado a la inclusión educativa, ámbito en el que se presentaron unas propuestas verdaderamente innovadoras y necesarias. El proyecto "Blind Chemistry", desarrollado por el profesor Sergio Fuentes, destacó por su enfoque integral para hacer accesible la enseñanza de la estructura atómica al alumnado con discapacidad visual.



Esta iniciativa, desarrollada en colaboración con profesionales de la ONCE, ha creado un conjunto de recursos táctiles que permiten "tocar" conceptos tradicionalmente visuales como los orbitales atómicos o la geometría molecular. Los materiales desarrollados incluyen modelos tridimensionales, representaciones texturizadas y adaptaciones al sistema braille que mantienen el rigor científico mientras garantizan la accesibilidad.

Las presentaciones fueron acompañadas por ejemplos de recursos para alumnos con discapacidad visual que habían utilizado estos recursos, evidenciando no solo su eficacia pedagógica sino también su rigurosidad científica. La experiencia fue recibida con entusiasmo por los participantes de diversos países, quienes expresaron su interés en replicar iniciativas similares. Esto confirma el potencial multiplicador de las buenas prácticas compartidas durante el congreso, uno de sus principales objetivos.



Otras propuestas, como la de La Tabla Periódica en Lengua de Signos Española (LSE) desde la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Oviedo, continuaron esta línea inclusiva, mencionando adaptaciones para estudiantes con diversidad funcional cognitiva, metodologías inclusivas para aulas heterogéneas y recursos multimodales que atienden diferentes estilos de aprendizaje. Todas ellas reforzaron el mensaje de que la química debe ser una ciencia accesible para todas las personas, independientemente de sus capacidades o circunstancias.

Combatiendo la Desinformación desde la Educación Científica

En una época marcada por la proliferación de noticias falsas y teorías conspirativas, el congreso dedicó especial atención al papel de la educación científica como herramienta de alfabetización crítica. Una de las propuestas más destacables en este ámbito fue la presentación de una unidad didáctica centrada en la enseñanza de las radiaciones desde una perspectiva científicamente rigurosa.

El equipo responsable de esta iniciativa, de la Universidad de Zaragoza, analizó cómo los medios de comunicación y las redes sociales suelen presentar información sesgada o alarmista sobre fenómenos radioactivos, contribuyendo a generar miedos irracionales en la población. Su propuesta didáctica combina contenidos científicos sólidos con análisis crítico de noticias, enseñando a los estudiantes a discriminar entre la información fiable y la desinformación.

Esta aproximación, que algunos participantes denominaron "pedagogía antifake", se extiende más allá de las radiaciones para abordar otros temas controvertidos como los aditivos alimentarios, los productos químicos en cosméticos o el cambio climático. El objetivo es formar ciudadanos capaces de tomar decisiones basadas en evidencias científicas, construyendo así una sociedad más consciente e informada.

Diversidad Temática y Metodológica



El programa del congreso abarcó una impresionante diversidad de enfoques y temáticas que reflejan, una vez más, la vitalidad de la comunidad educativa química. Abundaron propuestas innovadoras donde destacaron experiencias de gamificación que transforman el aprendizaje en actividades lúdicas sin perder rigor académico, metodologías de química verde que integran sostenibilidad ambiental en todos los niveles educativos, y proyectos de química forense que conectan la ciencia con la cultura popular y las series televisivas.



Las experiencias en laboratorios rurales merecen mención especial por su capacidad de adaptación a contextos con recursos limitados. Varios participantes compartieron estrategias para desarrollar prácticas de laboratorio efectivas utilizando materiales cotidianos y técnicas de bajo coste, demostrando que las prácticas de experimentación química se pueden realizar sin equipamiento sofisticado y cumplir los requisitos de ser formativa y motivadora para el alumnado.

Los enfoques interdisciplinares entre arte y ciencia generaron también gran interés, especialmente las propuestas que utilizan técnicas artísticas para visualizar conceptos químicos abstractos o que exploran la química de los pigmentos y materiales artísticos. Estas experiencias demuestran cómo la química puede servir de puente entre las ciencias y las humanidades, enriqueciendo la formación integral de los estudiantes.

Se destacó especialmente la necesidad de formar profesorado capaz de navegar en entornos educativos cada vez más complejos y diversos. Los participantes reconocieron que los retos actuales requieren docentes que no solo dominen los contenidos científicos, sino que también sean competentes en tecnologías educativas, sensibles a la diversidad cultural y funcional de sus estudiantes, y comprometidos con los valores de equidad e inclusión.

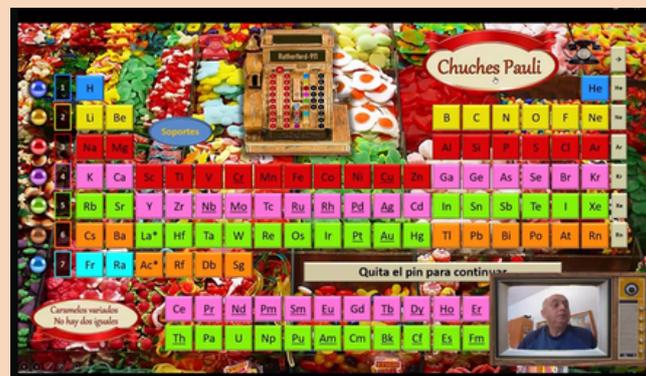
Una Celebración del Conocimiento Compartido

Más allá de sus aspectos académicos, el VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química representó una celebración colectiva del conocimiento compartido y de la pasión por enseñar. Los organizadores destacaron en la clausura que el formato virtual no solo ha ampliado el alcance geográfico del evento, sino que ha intensificado la colaboración internacional y ha democratizado el acceso a la formación docente de calidad.



El Futuro de la Educación Química: Retos y Oportunidades

Las reflexiones finales del congreso pusieron el foco en los desafíos futuros de la educación química. Los participantes identificaron varias tendencias clave que marcarán el desarrollo de la disciplina en los próximos años: la integración de inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la necesidad de formar ciudadanos científicamente alfabetizados para afrontar los retos globales, y la importancia de mantener el equilibrio entre innovación tecnológica y valores humanos en la educación.



La evaluación final del congreso, realizada entre los diferentes participantes, arrojó resultados extraordinariamente positivos. Los asistentes calificaron la experiencia como "excelente" o "muy buena", y expresaron su intención de implementar en sus aulas al menos una de las propuestas conocidas durante el evento. Estos datos confirman que el congreso ha cumplido su objetivo principal: generar un impacto real y duradero en la práctica educativa de la enseñanza de la química y sus docentes.

Legado y Proyección

Como recordaron los organizadores en la ceremonia de clausura, la docencia en química trasciende la mera transmisión de conocimientos técnicos para convertirse en una auténtica misión cultural: construir puentes entre ciencia y sociedad, entre tradición e innovación, entre generaciones que aprenden y enseñan. En este sentido, el VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química ha demostrado que la comunidad educativa química está plenamente comprometida con esta misión.

Este nuevo éxito de esta nueva edición virtual ha consolidado el formato digital como una herramienta poderosa para la democratización del conocimiento y la cooperación internacional. Los organizadores han anunciado ya que la próxima edición, prevista para 2026, mantendrá el carácter internacional y virtual, incorporando las lecciones aprendidas y las sugerencias recibidas de los participantes. Consolidándose como un punto de encuentro anual, el congreso ofrece un espacio propicio para el intercambio de experiencias, el diálogo crítico y el aprendizaje colectivo en torno a la didáctica de la química.



El congreso ha demostrado que enseñar química es, efectivamente, mucho más que explicar fórmulas y reacciones. Es despertar la curiosidad, fomentar el pensamiento crítico, promover la inclusión, combatir la desinformación y formar ciudadanos capaces de entender y transformar el mundo que habitan. En definitiva, es contribuir a la construcción de una sociedad más justa, más informada y más humana.



Una edición más la química se ha reinventado en la red, y este congreso ha sido otra muestra brillante de esa transformación. Los vídeos del Congreso, compartidos en cada edición, forman una importante videografía de referencia para aquellos que quieren mejorar su experiencia docente o aplicar nuevas ideas a su práctica diaria. Los ecos de las presentaciones, debates y reflexiones compartidas continuarán resonando en las aulas, multiplicando el impacto de unos días que han marcado un punto y seguido en la educación química a nivel internacional.

Videografía – Sesiones del Congreso

- VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química - Sesión I - 22.5.2025
- VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química - Sesión II - 23.5.2025
- VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química - Sesión III - 24.5.2025 Mañana
- VI Congreso Internacional de Didáctica de la Química - Sesión IV - 24.5.2025 Tarde

CURSOS DE FORMACIÓN DEL COLEGIO Y LA ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE GALICIA

PORTAL DE FORMACIÓN COLQUIGA

¡¡TÚ FORMACIÓN ES MÁS
IMPORTANTE QUE NUNCA!!

MIRA NUESTRA OFERTA FORMATIVA Y
BENEFÍCIATE DE LOS DESCUENTOS QUE
TENEMOS PARA TI.

MODALIDAD PRESENCIAL U ONLINE

FORMACIÓN ONLINE

- Curso de atmósferas explosivas (ATEX) [leer más](#)
- Agentes biológicos en seguridad laboral [leer más](#)
- Higiene y manipulación de alimentos [leer más](#)
- Manipulación de equipos con gases fluorados [leer más](#)
- Covid-19 [leer más](#)
- Curso de manipulador de alimentos. [Leer más](#)
- Curso de preparación del examen de obtención y renovación del título de consejero de seguridad de transporte de mercancías peligrosas por carretera (normativa ADR) [leer más](#)
- Buenas prácticas en los laboratorios. [Leer más](#)



623 033 325



secretaria@colquiga.org



Previsión Sanitaria Nacional

Planes
de Pensiones

TU FUTURO, EN MANOS EXPERTAS

Más de 25 años gestionando algunos de los planes de pensiones más rentables de su categoría.

RENTABILIDAD NETA ANUALIZADA
EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

Plan Individual

8,32%*

Renta Fija Confianza

3,03%*

*Según datos de Morningstar a cierre del primer trimestre de 2025

TRAJE TU
PLAN O PPA A PSN

y te damos
hasta un

3%
adicional

INFÓRMATE

La experimentación científica como herramienta didáctica en la educación primaria: Construyendo modelos de ciencia escolares

Donoso, J.; Turnes, G.; Ferrer, L.; Palomino, C.; Casasnovas, R.; Uceda, A.B.; Bauzá, M.; Reche, C.; Mariño, L.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias.

Instituto de Investigación e Innovación Educativa (IRIE). Cta. Valldemossa, km. 7,5 07122 Palma (Islas Baleares)

Universidad de las Islas Baleares. Crta. de Valldemossa km 7.5. 07122 Palma (Islas Baleares)

Resumen

En el marco educativo español establecido por la LOMLOE, los primeros conocimientos básicos relacionados con la Química se abordan dentro del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. La LOMLOE enfatiza un enfoque competencial del aprendizaje y el uso de situaciones de aprendizaje prácticas. Sin embargo, diseñar estas situaciones en las asignaturas de ciencias es un desafío para los maestros de Educación Primaria debido a su formación generalista. Para abordar este reto, profesores del Departamento de Química de la Universidad de las Islas Baleares han implementado un programa de talleres experimentales para mejorar la competencia científica de los maestros. Los talleres, realizados en pequeños grupos, combinan experimentos con fundamentación teórica y aplicación práctica. En este artículo se describe el programa, su metodología, los saberes básicos que se trabajan y los resultados obtenidos hasta el momento.

Palabras clave: Educación Primaria, Formación docente, Experimentación, Química

Introducción

En el actual marco educativo español, establecido por la LOMLOE¹, la enseñanza de la Química se introduce inicialmente en la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria. Sin embargo, los contenidos y saberes propios de la Química se incluyen específicamente en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la etapa de Educación Primaria. Con-

cretamente, el currículum de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares², en el bloque A de saberes básicos, Cultura Científica, incluye en su punto 1 la iniciación en la actividad científica y, en su punto 3, la materia, las fuerzas y la energía. Por lo tanto, estos conocimientos básicos representan el primer contacto del alumnado con la Química, siendo el Maestro de Educación Primaria (MEP) el responsable de su formación científica inicial.

La LOMLOE profundiza en el carácter competencial del aprendizaje y establece el uso de situaciones de aprendizaje en las que se integren los conocimientos adquiridos para un correcto análisis de problemas y situaciones concretas de la vida real, independientemente de la metodología educativa empleada. En el caso de las asignaturas de ciencias, las actividades experimentales o prácticas están consideradas como una de las estrategias didácticas más recomendadas para lograr la Alfabetización Científica del alumnado³. En muchos casos, el diseño de estas situaciones de aprendizaje basadas en la experimentación en el área de Conocimiento del Medio Natural, especialmente en aquellos saberes propios de la Química y la Física, representa un desafío para los MEP debido al carácter generalista de su formación universitaria⁴.

Conscientes de este desafío, un grupo de profesores del Departamento de Química de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) puso en marcha un programa de talleres de experimentación dirigido a mejorar la competencia científica de los MEP en ejercicio.

Cada taller tiene un eje temático (saber básico), y los experimentos se diseñan cuidadosamente para relacionar el experimento con la teoría científica que lo justifica y con su vertiente tecnológica y social (situación de aprendizaje). Los talleres, de tres horas de duración, se desarrollan en pequeños grupos de hasta seis MEP y un profesor universitario (tutor). En los talleres, los MEP participan activamente en la realización colaborativa del experimento, estableciendo una estrecha comunicación tanto entre los miembros del grupo como con el tutor, y discutiendo sobre la mejor manera de trasladar el trabajo realizado al aula de primaria.

Desde su inicio, el programa original ha evolucionado significativamente. Éste comenzó como una serie de talleres gratuitos organizados por el Departamento de Química de la UIB, luego se convirtió en un título propio de la Universidad y, finalmente, ha pasado a ser un programa de formación permanente para docentes de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares. Como complemento del programa de formación, también se ha lanzado una página web (<https://adec.uib.es/> – Figura 1) en la que se pueden encontrar muchos de los experimentos realizados en los talleres, junto con su fundamentación teórica.



Figura 1. Página web del proyecto (<https://adec.uib.es/>)

En este artículo se presenta el programa, incluyendo la metodología didáctica y la secuencia de actividades experimentales incluidas en los diferentes modelos escolares trabajados, así como los resultados obtenidos hasta el momento.

Metodología

La metodología didáctica utilizada en los talleres experimentales de este proyecto se basa en el trabajo en pequeños grupos. En cada edición del programa pueden participar como máximo 36 maestros de Educación Primaria en activo, provenientes de 18 centros diferentes, con 2 maestros por centro. El número máximo de asistentes está restringido por la propia metodología del taller, dado que los 36 MEP se dividen en 6 grupos, cada uno dirigido por un tutor universitario, para así crear un ambiente de confianza y fomentar el trabajo colaborativo (Figura 2).



Figura 2. Distribución de los MEP en los talleres

Los experimentos propuestos están orientados a la construcción de distintos modelos de ciencia escolar, los cuales permitirán al alumnado explicar diversos fenómenos y realizar predicciones. Estos modelos, que se ajustan en mayor o menor medida a los hechos observados, facilitan la conexión y organización de los conocimientos adquiridos por los estudiantes^{5,6}. A medida que el nivel de formación del alumnado avanza, los modelos pueden ser revisados y mejorados. La mayoría de los experimentos incluidos en este programa se centran en el modelo para interpretar los sistemas químicos, es decir, la composición, estructura y propiedades de la materia, así como sus cambios. La ejecución de cada experimento

ha sido previamente planificada por el equipo de tutores universitarios, teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje, la simplicidad del material y de los productos a utilizar y los fundamentos científicos de los experimentos.

Los talleres comienzan con una breve introducción, de 5 a 10 minutos, dada por uno de los tutores universitarios al grupo grande, en la que se contextualiza el contenido del taller en el currículum de Educación Primaria, y se explican los conceptos generales que se van a tratar, así como su relación con talleres pasados y/o futuros.

A continuación, cada tutor trabaja con su grupo de 6 MEP. La metodología que se sigue en cada grupo es la siguiente:

- *Explicación de los conceptos e ideas científicas a trabajar.* El tutor tiene a su disposición una serie de diapositivas, común a todos los grupos, con los conceptos clave de los experimentos que se realizarán. Cada tutor realiza las explicaciones pertinentes a su grupo de 6 MEP, ajustándose al nivel de conocimientos previos de los maestros. Así, se establece un ambiente de confianza mutua, donde los MEP tienen libertad para realizar todas las preguntas que deseen. Estas conversaciones informales entre tutores y maestros son una parte fundamental del proyecto y han sido especialmente bien valoradas en las encuestas de evaluación final.
- *Actividades experimentales.* Bajo la supervisión de su tutor universitario, cada grupo realiza una serie de experimentos científicos simples y breves. El objetivo de los experimentos no es que sean visuales o divertidos, sino que permitan alcanzar un aprendizaje significativo de los saberes básicos relacionados con la Química. Los experimentos seleccionados tratan de abordar un único contenido científico a la vez, aumentando la dificultad a lo largo del taller. El tutor combina teoría y práctica ajustándose al nivel de su grupo de MEP.

Los experimentos realizados no requieren equipos científicos grandes ni condiciones de seguridad especiales. Todos se realizan con materiales simples de uso diario y productos químicos seguros (Figura 3). Los experimentos se llevan a cabo en el aula y no en el laboratorio, para mostrar a los participantes que las actividades experimentales en la escuela dependen más de la voluntad de los maestros que de las instalaciones del centro.



Figura 3. El material de los talleres es simple y de uso diario

- *Debate final en grupo grande.* Una vez terminadas las actividades experimentales, los maestros y tutores universitarios mantienen una charla informal para analizar: la adecuación de las actividades prácticas realizadas para lograr los objetivos de aprendizaje, la idoneidad de llevar a cabo los experimentos en el aula de primaria, los aspectos sociales (tecnológicos, ambientales, de salud, etc.) de los fenómenos y los conceptos científicos trabajados, etc.
- *Propuesta didáctica.* Finalmente, todo el trabajo científico y didáctico realizado en cada sesión se recopila en una Propuesta Didáctica (PD) diseñada para ayudar a los maestros de primaria en su enseñanza. Estas propuestas incluyen la justificación y contextualización de las sesiones prácticas, así como sus objetivos de aprendizaje, habilidades y competencias, contenidos, metodología y cronograma, bibliografía y evaluaciones.

Además, se abordan los conocimientos previos necesarios para la correcta comprensión de las actividades realizadas y para su aplicación en la mejora del conocimiento y habilidades científicas. Se incluyen ejemplos de situaciones de aprendizaje que integren los conocimientos trabajados, facilitando el análisis adecuado de los problemas y situaciones concretas de la vida real. Por último, se detalla el procedimiento a seguir para la realización de cada experimento programado.

Los MEP no tienen acceso a estas propuestas didácticas hasta después de haber realizado el taller correspondiente. De esta manera, se incrementa su nivel de atención y se trabaja con su nivel de conocimientos real. Además, esta metodología fomenta la participación y la interacción entre los maestros y el tutor, creando un ambiente distendido que permite a los asistentes expresar las dudas que tengan, sin temor a ser juzgados (Figura 4).



Figura 4. Se procura generar un ambiente distendido y de confianza que favorezca el aprendizaje

Contenidos incluidos en el proyecto

Los contenidos de los talleres se centran en los saberes básicos relacionados con la materia, las fuerzas y la energía. La metodología de trabajo de los talleres basados en la experimentación pretende fomentar en los MEP la Cultura Científica, con la que ellos deberán abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje con los alum-

nos de primaria. Los maestros, basándose en el nivel específico de sus alumnos, realizarán las adaptaciones necesarias a los diferentes ciclos de Educación Primaria. La Tabla 1 detalla los contenidos abordados en este programa de formación para maestros en ejercicio.

Tabla 1. Contenidos tratados en el programa formativo.

<p>BLOQUE DE CONTENIDO 1 La materia, sus estados de agregación y sus propiedades</p>
<p>Inicialmente, se define el concepto de materia y se detallan algunas propiedades generales (volumen y masa) y específicas (densidad), explicando cada propiedad, sus unidades y la manera de determinarlas. Además, se introducen los diferentes estados de agregación y sus características. A continuación, se ofrece una explicación microscópica del comportamiento observado utilizando un modelo de materia basado en la Teoría Cinética Molecular. Esta teoría nos permite entender la diferencia entre sustancias y mezclas. Finalmente, se reflexiona sobre la diferencia entre solubilidad y flotabilidad, dos propiedades que a menudo se confunden a nivel de Educación Primaria.</p>
<p>BLOQUE DE CONTENIDO 2 La materia y sus transformaciones: calor y cambios de estado</p>
<p>Este bloque aborda dos contenidos principales: los métodos para separar mezclas y la relación entre la materia y el calor. Se explican las diferencias entre mezclas homogéneas y heterogéneas, introduciendo técnicas de separación como la filtración, la destilación, la cromatografía y la separación por propiedades magnéticas. Además, se analiza cómo el calor afecta la movilidad de las moléculas y sus propiedades, como el volumen y la densidad, y se introducen los materiales conductores y aislantes térmicos. Se presentan también las escalas de temperatura y se explican los diferentes cambios de estado, enfatizando que la temperatura se mantiene constante durante estas transiciones.</p>

BLOQUE DE CONTENIDO 3

La materia y sus transformaciones: transformaciones físicas y químicas

Partiendo de los métodos de separación trabajados en el bloque anterior, se introducen los cambios físicos y los cambios químicos, relacionándolos con procesos reversibles e irreversibles, entendiendo éstos como procesos que se pueden o no revertir (dejando la definición termodinámica para niveles mucho más avanzados). Se trata el concepto de reacción química y los diferentes tipos que podemos encontrar en nuestro día a día, como las reacciones de combustión, el proceso de fermentación, las reacciones ácido-base y las reacciones de oxidación. Durante la experimentación con este tipo de transformaciones, también se revisan conceptos de los bloques anteriores como las propiedades de la materia y los estados de agregación.

BLOQUE DE CONTENIDO 4

Materia y energía

Se trabaja el concepto de carga eléctrica y la electrificación de la materia por fricción e inducción, introduciendo la conductividad eléctrica como una propiedad de la materia. A continuación, partiendo de las reacciones de oxidación vistas en el bloque anterior, se define la corriente eléctrica y se experimenta con diferentes métodos para generarla. Finalmente, combinando los conocimientos adquiridos, se construye un circuito eléctrico, con el cual se vuelve a experimentar con la conductividad eléctrica de la materia.

BLOQUE DE CONTENIDO 5

La luz y sus propiedades

Este bloque se centra en la luz, alejando el foco de la materia. Aunque la luz es un concepto complejo, el equipo docente a cargo del programa considera esencial comprender sus propiedades para entender situaciones cotidianas basadas en su interacción con la materia. En este bloque se abordan los conceptos científicos fundamentales relacionados con el comportamiento de la luz, incluyendo el concepto de luz, su trayectoria de propagación, los colores, los fenómenos de reflexión y refracción, los láseres y, finalmente, la energía de la luz.

BLOQUE DE CONTENIDO 6

Fuerzas a distancia: el magnetismo

Entre los saberes básicos de esta etapa se incluyen las fuerzas a distancia y las fuerzas de contacto. En bloques anteriores ya se han trabajado las fuerzas a distancia, como la fuerza electromagnética y la fuerza gravitatoria. Este bloque se centra en otro tipo de fuerza a distancia: las fuerzas magnéticas. Se abordan las principales características de estas fuerzas, incluyendo las propiedades magnéticas de la materia, los polos de un imán, la direccionalidad de las fuerzas magnéticas, la brújula, el campo magnético y las líneas de campo, y la imantación por contacto o por corriente eléctrica (electroimán).

BLOQUE DE CONTENIDO 7

Ciencia aplicada: la tecnología

Este bloque está diseñado para abordar no solo los contenidos relacionados con las fuerzas de contacto, sino también las propiedades de las máquinas simples y su efecto sobre estas fuerzas. Además de los saberes básicos, también se pretende trabajar destrezas y competencias relacionadas tanto con el bloque de Cultura Científica como con el bloque de Iniciación a la Investigación Científica. Dado que no se pueden abarcar todas las actividades experimentales relacionadas con la ciencia aplicada, este bloque se ha centrado en el estudio de máquinas simples basadas en las fuerzas de contacto, la construcción de un motor eléctrico -aprovechando la formación previa sobre fuerzas electromagnéticas-, y el uso de este motor, junto con otros métodos de propulsión, para construir un coche.

BLOQUE DE CONTENIDO 8 Las moléculas de la vida

Este bloque enfatiza la necesidad de una alimentación y unos hábitos saludables para llevar una vida sana. El enfoque no se centra en los estilos de vida o dietas, sino en los procesos que ocurren en el organismo y que nos permiten obtener energía para vivir. Se abordan los diferentes tipos de alimentos y nutrientes, relacionándolos con las moléculas que forman nuestro cuerpo y sus funciones. Los experimentos incluyen la detección de nutrientes en alimentos, la comprensión del etiquetado de productos y la reflexión sobre la veracidad de la publicidad y las creencias sociales asumidas como verdaderas.

A medida que el proyecto ha evolucionado, los bloques de contenido han experimentado modificaciones y su distribución en los talleres ha variado a lo largo de los años. Dependiendo de la edición, el formato y la duración del curso, algunos bloques de contenido se han omitido, dividido o combinado para ajustarse al tiempo disponible. Asimismo, se han realizado diversas ediciones que han abordado diferentes contenidos en cada una de ellas.

Resultados del proyecto

La mayoría de los participantes en las diferentes ediciones del programa procedían de centros públicos de educación, con solo un pequeño porcentaje procedente de centros concertados y/o privados. La mayoría de los participantes disponían de cierta experiencia docente, con un promedio de más de 10 años de experiencia profesional. Es importante destacar que actualmente el programa se ofrece desde la Consejería de Educación y Universidades de las Islas Baleares como un curso de formación permanente para docentes, excluyendo a los centros privados o concertados en la convocatoria vigente por motivos de gestión administrativa.

En todas las ediciones del programa se han realizado encuestas de opinión para evaluar la metodología didáctica de los talleres y la satisfacción con la formación recibida en relación con su carrera profesional.

La valoración general del programa es muy positiva, ya que los MEP destacan la utilidad y efectividad de la metodología empleada⁷. De hecho, el nivel de satisfacción de los MEP con la formación recibida en el curso 2022/2023 fue de 3,8/4 (siendo 1 insuficiente y 4 muy satisfactorio). Aunque los MEP son conscientes de sus limitados conocimientos científicos, también reconocen los beneficios de la experimentación en las primeras etapas de la educación. Esta práctica no solo mejora la formación de los niños, sino que también fomenta un mayor interés por las ciencias y ayuda a reducir el miedo socialmente asociado a estas asignaturas, eliminando poco a poco la dicotomía entre la ciencia que se enseña en el aula y las experiencias cotidianas de los estudiantes.

La división actual del programa en dos cursos nos ha permitido determinar en qué medida los participantes han podido aplicar la formación recibida en sus centros. Se ha concluido que la motivación e iniciativa personal son fundamentales para implementar lo aprendido. Se ha constatado, además, que las instalaciones y materiales disponibles, así como el proyecto educativo de cada centro, tienen una gran influencia. De hecho, se observa una diferencia significativa entre los centros que priorizan la experimentación y aquellos que no. Los centros comprometidos con la experimentación suelen organizar reuniones de claustro para compartir el aprendizaje adquirido, asegurando que todos los docentes puedan realizar los experimentos de manera efectiva. La coordinación entre maestros a nivel de curso, ciclo y/o etapa permite distribuir los experimentos adecuadamente, reservando los más complejos para niveles superiores y evitando repeticiones.

Además, la disposición del equipo docente del programa formativo para resolver dudas y problemas que los maestros enfrenten al diseñar o realizar experimentos en sus centros, tanto durante como después del curso, ha contribuido

a aumentar la confianza y motivación de los maestros en la práctica de la experimentación.

En definitiva, los MEP son docentes generalistas y, por varias razones, muestran una falta de experiencia en la planificación y realización de trabajos prácticos efectivos en la enseñanza de ciencias naturales. Sin embargo, son conscientes del gran potencial de la experimentación como herramienta didáctica y muestran un gran interés por participar en programas de formación y mejorar su conocimiento científico, tanto práctico como teórico. Como se deduce de las encuestas llevadas a cabo, el tipo de actividades científicas realizadas en los talleres de formación ha demostrado ser especialmente útil como herramienta didáctica en la formación de los MEP y en la mejora de su competencia científica. Así, la colaboración estrecha entre los profesores universitarios de ciencias y los MEP, fomentada en este programa, ha demostrado ser fundamental para que estos últimos adquieran el conocimiento científico adecuado y puedan correlacionar los conceptos científicos de manera efectiva.

A nivel general, se empieza a ver un cambio en los centros de Educación Primaria, los cuáles apuestan cada vez más por la experimentación en ciencias. Se espera que este proyecto ayude a mantener esta tendencia, formando y motivando a esos docentes encargados del primer contacto de la generación del futuro con las ciencias.

Referencias

- [1] Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020.
- [2] Decret 31/2022, d'1 d'agost, pel qual s'estableix el currículum de l'educació primària a les Illes Balears.
- [3] Neira Morales, J. La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. UCMaule (2021), (60), 102-116. DOI: 10.29035/ucmaule.60.102
- [4] Resolución de 28 de junio de 2010, de la Universidad de las Illes Balears, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Educación Primaria. BOE núm 147. 19-07-2010.
- [5] T. Pigrau, N. Sanmartí. ¿Qué entendemos por modelo teórico en el marco de la ciencia escolar? Tesor de Recursos. Competencia científica: dimensiones, caracterización y evaluación (2015) <https://tresorderecursos.com/es/3483-2/>
- [6] A. Caamaño. La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. 11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica. Ed. GRAÓ. (2012) ISBN: 978-84-9980-776-8.
- [7] J. Donoso, L. Ferrer, V. Eim, C. Palomino, L. Mariño, F. Vallespir. Didactic Experimental Workshops on Natural Sciences: Improving Capabilities and Scientific Skills of Primary School Teachers. EDULEARN18 Proceedings. Pgs: 2614-2621. (2018) ISBN: 978-84-09-02709-5. DOI: 10.21125/edulearn.2018.0701

Enseñanza de los receptores de glutamato a través de un cuento tradicional

Josep J. Centelles^{*}, Estefanía Moreno, Santiago Imperial, Pedro R. de Atauri

Departament de Bioquímica i Biomedicina Molecular. Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Diagonal 643. 08028-Barcelona, España

*josepcentelles@ub.edu

Resumen

Los cuentos estimulan nuestra capacidad de imaginar, ya que fomentan la curiosidad social al adentrarnos en los detalles de la historia. La curiosidad social proviene de copiar la forma de vivir, actuar o pensar de otras personas, según la clasificación de Berlyne [1]. Con ella, se fomenta el interés, pues se secreta dopamina, un neurotransmisor que favorece la atención y el aprendizaje, juntamente con el placer. Por ello, leer o escuchar cuentos puede ser fundamental para impactar en la memoria, facilitando el aprendizaje a través de las historias tradicionales.

El propósito de este trabajo fue lograr que, a través del recuerdo, la lectura o la narración del profesor de las historias tradicionales, regrese el alumno a su infancia y se interese en los aspectos científicos del cuento. En particular, nos centramos en el análisis de los receptores de glutamato, utilizando los cuentos de “Los tres cerditos” y de “El lobo y los siete cabritillos”.

Los receptores glutamatérgicos se clasifican en receptores ionotrópicos (que actúan abriendo canales) y receptores metabotrópicos (con siete segmentos transmembrana, que actúan a través de proteínas G formando segundos mensajeros). Los receptores ionotrópicos de glutamato (NMDA, AMPA y kainato) se comparan con la casa de paja, pues la respuesta tras la apertura de los canales es una respuesta rápida. Los receptores metabotrópicos (la casa de madera), en cambio, requieren un mayor tiempo de respuesta, ya que deben generarse en la célula los segundos mensajeros, antes de obtener una respuesta. Sobre ambos receptores actuará el glutamato, que se puede comparar con el soplido del lobo. El neurotransmisor sale de las vesículas sinápticas, que serían los pulmones del lobo.

La casa de ladrillos, en cambio, podría compararse con los receptores de GABA. El glutamato es específico para sus receptores y no podrá actuar sobre los receptores de GABA. Por eso, el soplido del lobo no posee ningún efecto en la casa de ladrillo. Pero los receptores metabotrópicos de GABA, al igual que los cabritillos del cuento, también contienen siete segmentos transmembrana (como los metabotrópicos de glutamato). El lobo no podrá entrar en la casa de ladrillos de los cabritillos, a no ser que se enharine la pata, que será blanca como la de la madre cabra. El glutamato, mediante la acción de la glutamato descarboxilasa (la harina en la pata del lobo), se transforma en GABA, con lo que puede interactuar con el receptor de GABA. Como conclusión, podemos ver que los alumnos valoran muy positivamente estas metáforas, aprendiendo con mayor facilidad.

Introducción

El uso de los cuentos en la enseñanza

En la enseñanza universitaria, especialmente en asignaturas con alta carga teórica, uno de los mayores desafíos consiste en mantener el interés del estudiantado y, al mismo tiempo, asegurar la comprensión profunda de los conceptos teóricos. En este contexto, los cuentos pueden emerger como una estrategia innovadora que puede transformar la experiencia del aprendizaje. La curiosidad que suscitan permite liberar dopamina, generando un estado de tranquilidad, que mejora el aprendizaje del alumno [1]. Por un lado, el cuento permite una conexión con la emoción, activando el sistema límbico, relacionado con la memoria emocional.

Los recuerdos con carga emocional son más duraderos que los neutros, pues involucran procesos de consolidación más intensos [2]. Además, al ser estructuras lógicas (con un inicio, desarrollo argumental y desenlace) activan los esquemas mentales cognitivos, facilitando la codificación y recuperación de la información. El cerebro humano está diseñado para recordar historias y no para recordar una lista de hechos [3].

Imaginar escenarios, personajes y acciones activa la memoria visual y episódica, con lo que se mejora la retención. Se fomenta la asociación de conceptos abstractos a situaciones concretas, con lo que la relación de lo explicado con los conocimientos previos del cuento facilita la comprensión y el recuerdo. El aprendizaje significativo se produce cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera no arbitraria con lo que el alumno ya sabe [4]. Gracias a la combinación de emoción, estructura, visualización y significado, los cuentos ayudan a transferir la información del almacenamiento de la memoria a corto plazo hacia la memoria a largo plazo, permitiendo un recuerdo más duradero.

Receptores de membrana: ionotrópicos y metabotrópicos

Los receptores ionotrópicos poseen una acción rápida y directa, ya que la unión del ligando al receptor produce la apertura de un canal iónico. Esto hace que aparezca un efecto inmediato, en cuestión de milisegundos, sobre el potencial de membrana. Un ejemplo de la acción sobre los receptores ionotrópicos y metabotrópicos se presenta en la Figura 1.

La acción sobre los receptores metabotrópicos, en cambio, es lenta e indirecta, y tarda unos segundos o minutos en producirse. El neurotransmisor activa una proteína G, que a su vez activa una enzima o un canal iónico. La acción de la proteína G puede generar una ampliación de la señal, mediante la síntesis de segundos mensajeros, siendo los principales el AMP-cíclico (c-AMP), el inositol fosfato (IP3) y el diacilglicerol (DG), o el ion Ca^{2+} .

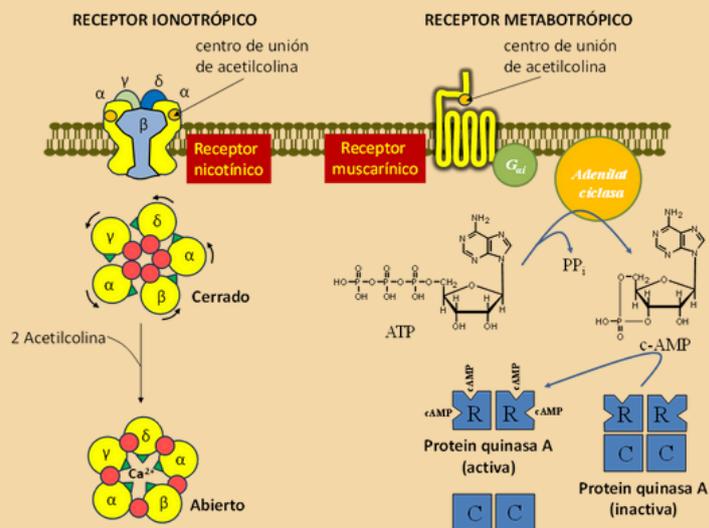


FIGURA 1.- Ejemplos de receptores ionotrópicos y metabotrópicos

Se muestra el receptor nicotínico (ionotrópico) y el receptor muscarínico (metabotrópico) de la acetilcolina. Al unirse la acetilcolina al receptor nicotínico se abre un canal que permite la entrada de sodio, en un proceso rápido. En cambio, al unirse al receptor muscarínico, la proteína G_{αq} une a GTP, se separa del receptor y actúa estimulando la acción de la adenilato ciclasa, que sintetiza AMP-cíclico. El segundo mensajero activa la proteína quinasa A.

Un ejemplo concreto de la utilización de cuentos lo aplicamos en este trabajo para la enseñanza de los receptores, un tema que suele presentar dificultades debido a su naturaleza técnica y a la abstracción que requiere su comprensión. Los estudiantes a menudo tienen problemas para visualizar y entender cómo interactúan los receptores con las señales moleculares, cómo se clasifican o qué implicaciones tienen en los procesos fisiológicos. Integrar cuentos en la explicación de estos contenidos permite representar las funciones de los receptores a través de personajes, situaciones y metáforas narrativas que simplifican su complejidad sin perder rigor científico. Esta innovación docente no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también estimula la participación activa, la creatividad y el pensamiento crítico del alumnado.

Objetivos

El objetivo principal de este trabajo consistió en utilizar un cuento durante la clase, con la finalidad de fomentar la memoria de largo plazo del estudiante. Se utilizó el cuento para aprender el tema de señalización celular de la asignatura de Bioquímica del grado de Química. Así, se buscó una metáfora entre dos cuentos bien conocidos por el alumnado ("Los tres cerditos" y "El lobo y los siete cabritillos") con los receptores ionotrópicos y metabotrópicos de glutamato, GABA, y otros neurotransmisores.

Materiales y métodos

La clasificación de Aarne-Thompson-Uther (ATU) separa los cuentos en siete temas principales. El primer tema (cuentos de animales) incluye el subgrupo de "Animales salvajes y animales domésticos", que contiene los dos cuentos tratados en este trabajo: "Los tres cerditos" (ATU124) y "El lobo y los siete cabritillos" (ATU123) [5].

Los tres cerditos (ATU124)

En el bosque vivían tres cerditos con su madre, que decidieron independizarse y construir sus casas para protegerse del lobo feroz. El menor la hizo de paja, el hermano mediano la construyó de madera y el hermano mayor, que era muy trabajador, usó ladrillos para elaborarla.

Aprovechando que habían terminado sus casas antes que el mayor, los cerditos menor y mediano corrieron a jugar al bosque, ignorando a su hermano mayor, que les decía que no habría escapatoria del lobo con sus construcciones débiles. Se burlaban de él cantando:

*Quién teme al lobo feroz,
Al lobo, al lobo,
¿Quién teme al lobo feroz?*

De repente, el lobo llegó y los atacó. El cerdito menor se escondió en su casa de paja, pero el lobo llenó sus pulmones de aire y exclamó:

-Soplaré, y soplaré, y la casa derribaré.

Y un fuerte soplo lo destruyó. El cerdito corrió hacia la casa de su hermano mediano, pero el

lobo nuevamente soplo y soplo y la casa de madera derribó.

Los dos hermanos llegaron a la casa del mayor, y le dijeron con mucho miedo:

– ¡El lobo anda por aquí, y nos destruyó nuestras casas!

El lobo llegó entonces a la casa del cerdito mayor y trató de derribar la casa de ladrillo con un soplo, pero no pudo por ser el ladrillo un material resistente.

Pensó en entrar en la chimenea de la casa, pero los cerditos colocaron una olla con agua caliente, y el lobo bajó y cayó en la olla. Al caer en el agua hirviendo, empezó a aullar de dolor y huyó. Los tres cerditos, libres del lobo, vivieron felices para siempre.

El lobo y los siete cabritillos (ATU123)

Érase una vez una vieja cabra que tenía siete cabritas, a las que quería tan tiernamente como una madre puede querer a sus hijos. Un día quiso salir al bosque a buscar comida y llamó a sus pequeñuelas.

"Hijas mías," les dijo, "me voy al bosque; mucho ojo con el lobo, pues si entra en la casa os devorará a todas sin dejar ni un pelo. El muy bribón suele disfrazarse, pero lo conoceréis enseguida por su bronca voz y sus negras patas."

Las cabritas respondieron:

"Tendremos mucho cuidado, madrecita. Podéis marcharos tranquila."

Despidióse la vieja con un balido y, confiada, emprendió su camino.

No había transcurrido mucho tiempo cuando llamaron a la puerta y una voz dijo:

"Abrid, hijitas. Soy vuestra madre, que estoy de vuelta y os traigo algo para cada una."

Pero las cabritas comprendieron, por lo rudo de la voz, que era el lobo.

"No te abriremos," exclamaron, "no eres nuestra madre. Ella tiene una voz suave y cariñosa, y la tuya es bronca: eres el lobo."

Fuese éste a la tienda y se compró un buen trozo de yeso. Se lo comió para suavizarse la voz y volvió a la casita. Llamando nuevamente a la puerta:

"Abrid hijitas," dijo, "vuestra madre os trae algo a cada una."

Pero el lobo había puesto una negra pata en la ventana, y al verla las cabritas, exclamaron:

"No, no te abriremos; nuestra madre no tiene las patas negras como tú. ¡Eres el lobo!"

Corrió entonces el muy bribón a un tahonero y le dijo:

"Mira, me he lastimado un pie; úntamelo con un poco de pasta."

Untada que tuvo ya la pata, fue al encuentro del molinero:

"Échame harina blanca en el pie," díjole.

El molinero, comprendiendo que el lobo tramaba alguna tropelía, negóse al principio, pero la fiera lo amenazó:

"Si no lo haces, te devoro."

El hombre, asustado, le blanqueó la pata. Sí, así es la gente.

Volvió el rufián por tercera vez a la puerta y, llamando, dijo:

"Abrid, pequeñas; es vuestra madrecita querida, que está de regreso y os trae buenas cosas del bosque." Las cabritas replicaron:

"Enséñanos la pata; queremos asegurarnos de que eres nuestra madre." La fiera puso la pata en la ventana, y, al ver ellas que era blanca, creyeron que eran verdad sus palabras y se apresuraron a abrir. Pero fue el lobo quien entró. ¡Qué sobresalto, Dios mío! ¡Y qué prisas por esconderse todas!

Metióse una debajo de la mesa; la otra, en la cama; la tercera, en el horno; la cuarta, en la cocina; la quinta, en el armario; la sexta, debajo de la fregadera, y la más pequeña, en la caja del reloj.

Pero el lobo fue descubriéndolas una tras otra y, sin gastar cumplidos, se las engulló a todas menos a la más pequeñita que, oculta en la caja del reloj, pudo escapar a sus pesquisas. Ya ahíto y satisfecho, el lobo se alejó a un trote ligero y, llegado a un verde prado, tumbóse a dormir a la sombra de un árbol.

Al cabo de poco regresó a casa la vieja cabra. ¡Santo Dios, lo que vio! La puerta, abierta de par en par; la mesa, las sillas y bancos, todo volcado

y revuelto; la jofaina, rota en mil pedazos; las mantas y almohadas, por el suelo.

Buscó a sus hijitas, pero no aparecieron por ninguna parte; llamólas a todas por sus nombres, pero ninguna contestó. Hasta que llególe la vez a la última, la cual, con vocecita queda, dijo:

"Madre querida, estoy en la caja del reloj."

Sacóla la cabra, y entonces la pequeña le explicó que había venido el lobo y se había comido a las demás. ¡Imaginad con qué desconsuelo lloraba la madre la pérdida de sus hijitas!

Cuando ya no le quedaban más lágrimas, salió al campo en compañía de su pequeña, y, al llegar al prado, vio al lobo dormido debajo del árbol, roncando tan fuertemente que hacía temblar las ramas. Al observarlo de cerca, parecióle que algo se movía y agitaba en su abultada barriga.

¡Válgame Dios! pensó, ¿si serán mis pobres hijitas, que se las ha merendado y que están vivas aún?

Y envió a la pequeña a casa, a toda prisa, en busca de tijeras, aguja e hilo. Abrió la panza al monstruo, y apenas había empezado a cortar cuando una de las cabritas asomó la cabeza. Al seguir cortando saltaron las seis afuera, una tras otra, todas vivitas y sin daño alguno, pues la bestia, en su glotonería, las había engullido enteras. ¡Allí era de ver su regocijo! ¡Con cuánto cariño abrazaron a su mamaíta, brincando como sastre en bodas! Pero la cabra dijo:

"Traedme ahora piedras; llenaremos con ellas la panza de esta condenada bestia, aprovechando que duerme."

Las siete cabritas corrieron en busca de piedras y las fueron metiendo en la barriga, hasta que ya no cupieron más. La madre cosió la piel con tanta presteza y suavidad, que la fiera no se dio cuenta de nada ni hizo el menor movimiento.

Terminada ya su siesta, el lobo se levantó, y, como los guijarros que le llenaban el estómago le diesen mucha sed, encaminóse a un pozo para beber. Mientras andaba, moviéndose de un lado a otro, los guijarros de su panza chocaban entre sí con gran ruido, por lo que exclamó:

"¿Qué será este ruido que suena en mi barriga?"

Creí que eran seis cabritas, mas ahora me parecen chinitas."

Al llegar al pozo e inclinarse sobre el brocal, el peso de las piedras lo arrastró y lo hizo caer al fondo, donde se ahogó miserablemente. Viéndolo las cabritas, acudieron corriendo y gritando jubilosas:

"¡Muerto está el lobo! ¡Muerto está el lobo!"

Y, con su madre, pusiéronse a bailar en corro en torno al pozo.

Resultados

Los cuentos "Los tres cerditos" y "El lobo y los siete cabritillos" se pueden utilizar en clase como una metáfora para la descripción de la función de los receptores. Para ello, se compara el lobo como una neurona glutamatérgica. El lobo guarda en su interior, dentro de las vesículas sinápticas (pulmones) el neurotransmisor glutamato (soplido del lobo). Las casas de los tres cerditos serán distintos receptores.

La casa de paja es una metáfora de los receptores ionotrópicos de glutamato, mientras que la casa de madera lo es de los receptores metabotrópicos de glutamato. El lobo sopla, y rápidamente abre un canal en la casa de paja, liberando al calcio (cerdito joven), que se esconde en la casa de madera. En cambio, le cuesta algo más soplar la casa de madera para que haya un efecto. En este caso se requiere de la acción de una proteína G para que se produzca una acción. Sin embargo, el calcio (cerdito mediano) huye también a la casa de ladrillo. El lobo no puede movilizar calcio de la casa de ladrillo, ya que el glutamato es específico de sus receptores (ionotrópicos y metabotrópicos) y no podrá actuar sobre un receptor de GABA. Entra, sin embargo, a la casa a través de la chimenea, donde cae sobre el agua hirviendo de una gran olla, que representa la acción de la enzima glutamina sintetasa, que inactiva al glutamato formando glutamina.

Prosiguiendo con el cuento de "El lobo y los siete cabritillos", los siete cabritillos representan los siete segmentos transmembrana que poseen la mayoría de los receptores metabotrópicos.

La madre cabra representa la neurona GABAérgica. Su voz suave y sus patas blancas, que representan al GABA, le permiten entrar en la casa de ladrillos. Igual que con el lobo, los pulmones de la madre cabra son las vesículas sinápticas, aunque esta vez son vesículas sinápticas que contienen GABA. El lobo no puede entrar en la casa de ladrillos hasta que se convierte en GABA a través de la glutamato descarboxilasa, que representaría el yeso para suavizar su voz y la harina para emblanquecer su pata.

Así como el glutamato es un neurotransmisor excitatorio, el GABA es un neurotransmisor inhibitorio. La naturaleza del lobo (glutamato) activa a los siete cabritillos asustándolos, y éstos buscan desesperadamente un escondite. Pero la glutamato descarboxilasa ha convertido el glutamato en GABA, que es un neurotransmisor inhibitorio, y deja la casa bien inhibida, con un único cabritillo escondido en la caja del reloj. Además, el lobo de patas blancas se inhibe aún más durmiendo bajo un árbol. Dentro de la casa, se ha producido el efecto metabotrópico del GABA.

Al llegar la madre cabra, se asusta al ver la casa tan tranquila, y empieza a buscar a sus hijitas. Aunque la mayoría de los receptores de membrana poseen siete segmentos transmembrana, hay también receptores con un único segmento transmembrana, como por ejemplo el receptor de insulina. La madre ha vuelto del bosque con comida, y la comida (glucosa) activa al receptor de insulina (caja del reloj), que se abrirá cuando la madre grite el nombre del cabritillo joven. La insulina provoca que las vesículas, que contienen transportadores de glucosa GLUT4, se fusionan con la membrana para poder transportar más glucosa. La internalización de los receptores es un método de regulación para que los receptores de membrana dejen de actuar, ya que abandonan la membrana para formar vesículas dentro de las células por endocitosis. Saldrán de nuevo por exocitosis, igual que la exocitosis ha permitido

que el transportador GLUT4 vaya a la membrana por la acción de la insulina.

Las tijeras permiten que los cabritillos puedan salir de la panza del lobo.

La madre pide que cada uno de los siete cabritillos le traiga una piedra, y sustituye a sus hijitas por siete piedras, cosiendo de nuevo la panza del lobo. Esta es la ocasión de comentar que, aparte de los receptores metabotrópicos del glutamato o del GABA, hay otros receptores con siete segmentos transmembrana (lobo con siete piedras en la barriga). Así, los receptores muscarínicos de acetilcolina son también receptores metabotrópicos con siete segmentos transmembrana. El agua del pozo es la acetilcolina, que atrae al nuevo receptor lobo (con siete piedras).

En la Tabla 1 se muestra la metáfora de algunos de los personajes de estos dos cuentos con los receptores y sus funciones.

Receptores de glutamato: ionotrópicos (casa de paja) y metabotrópicos (casa de madera)

Tanto los receptores de glutamato, como los de GABA, o los de acetilcolina, presentan dos tipos de receptores: ionotrópicos (que abren canales iónicos) y metabotrópicos (con siete segmentos transmembrana, que actúan sobre los segundos mensajeros). Para el glutamato, por ejemplo, los receptores ionotrópicos se denominan iGluR, mientras que los metabotrópicos son los mGluR. Con la finalidad de reconocer los receptores, se utilizan los agonistas (sustancia que producen un efecto similar al del ligando) (Figura 2).

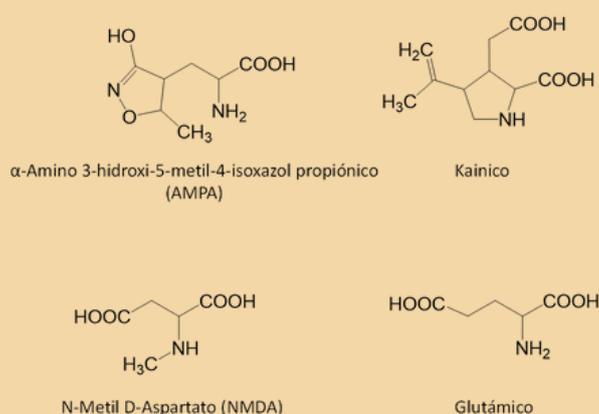


FIGURA 2.- Agonistas del glutamato (AMPA, kainato y NMDA), que permiten reconocer los receptores ionotrópicos del glutamato (iGluR).

Los receptores de glutamato se clasifican en ionotrópicos (receptores NMDA, AMPA y kainato) y en metabotrópicos (mGluR1-mGluR8) [6]. La clasificación de los receptores ionotrópicos se debe a los agonistas que son más activos sobre cada uno de estos receptores. Los agonistas son aquellas sustancias que actúan sobre el receptor produciendo un efecto similar a su ligando habitual (Figura 2). Estos agonistas principales son el AMPA (ácido α-amino-3-hidroxi-5-metilo-4-isoxazolpropiónico), kainato y NMDA (N-metil-D-aspartato). Los receptores AMPA y kainato abren de canales de Na⁺, K⁺, mientras que los receptores NMDA permiten también el paso de iones Ca²⁺, aunque solamente se abren cuando el potencial en postsinapsis es suficientemente elevado para repeler el Mg²⁺ que bloquea el poro de este receptor (Figura 3).

En el cuento	En la clase
Lobo	Neurona glutamatérgica
Pulmón del lobo	Vesículas sinápticas de glutamato
Soplido del lobo	Glutamato (neurotransmisor)
Casa de paja	Receptores ionotrópicos de glutamato (iGluR)
Casa de madera	Receptores metabotrópicos de glutamato (mGluR)
Casa de ladrillo	Receptor de GABA
Cerditos	Ca ²⁺ (segundo mensajero)
Olla de agua hirviendo	Glutamina sintetasa
Madre cabra	Neurona GABAérgica
Pulmón de la madre cabra	Vesículas sinápticas de GABA
Voz suave de la madre / pata blanca	GABA (neurotransmisor)
Siete cabritillos	Siete segmentos transmembrana de los receptores metabotrópicos
Casa de ladrillo	Receptor de GABA
Yeso / harina	Glutamato descarboxilasa
Lobo zampándose los cabritillos	Internalización de un receptor / Endocitosis
Comida que trae la madre cabra	Insulina (hormona)
Caja del reloj con un cabritillo	Receptor de insulina (con un segmento transmembrana)
Salida de los cabritillos de la panza del lobo	Exocitosis
Estómago del lobo con las siete piedras	Receptor metabotrópico de acetilcolina
Agua del pozo	Acetilcolina (neurotransmisor)

TABLA 1. Metáfora en la que se comparan los cuentos de "Los tres cerditos" y "El lobo y los siete cabritillos" con el tema de la señalización celular en las clases de Bioquímica.

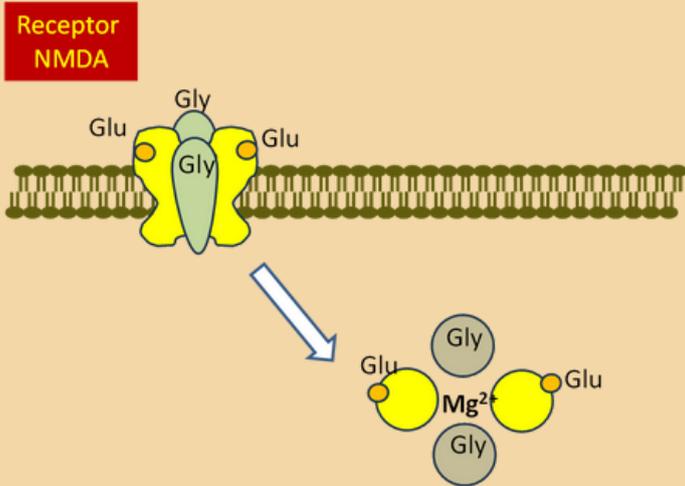


FIGURA 3.- Receptor NMDA (ionotrópico de glutamato), la casa de paja del cerdito más joven.

El receptor está bloqueado por Mg^{2+} . Los receptores ionotrópicos AMPA y kainato actúan en primer lugar. El glutamato abre canales de Na^+ y K^+ , y hay un cambio de potencial, que repele el Mg^{2+} del canal del receptor NMDA, permitiendo el paso de los iones Ca^{2+} , Na^+ y K^+ . El receptor NMDA es un tetrámero, con dos subunidades que pueden unir al neurotransmisor glutamato y dos que pueden unir glicina (subunidades que regulan el transporte activando o inhibiendo el canal de Ca^{2+}).

Los receptores metabotrópicos de glutamato se clasifican en tres grupos, donde los del grupo I son postsinápticos, los del grupo II pre y postsinápticos y los del grupo III presinápticos. Los receptores del grupo I incrementan la hidrólisis de fosfatidilinositol 4,5-bifosfato (PIP₂), provocando la entrada de Ca^{2+} (ver Figura 4). Entre estos receptores se encuentran los mGluR1 y mGluR5, que se encuentran en el centro de la postsinapsis y serán los primeros en actuar en cuanto se libere el glutamato. Los receptores del grupo II y del grupo III disminuyen la acción de la adenilato ciclasa, reduciendo así la concentración de AMP-cíclico (c-AMP) (ver Figura 5). Los receptores de tipo II (mGluR2 y mGluR3) se encuentran en la parte exterior de pre y postsinapsis, de modo que su actuación se iniciará en el momento en que la concentración de glutamato sea demasiado elevada en el espacio sináptico y se difunda hacia el exterior

de la sinapsis. En cambio, los receptores de tipo III (mGluR4, mGluR6, mGluR7, y mGluR8) se encuentran en presinapsis, y actuarán al mismo tiempo que los receptores del grupo I. Todos estos receptores disminuyen la concentración de AMP-cíclico, disminuyendo así la acción del glutamato.

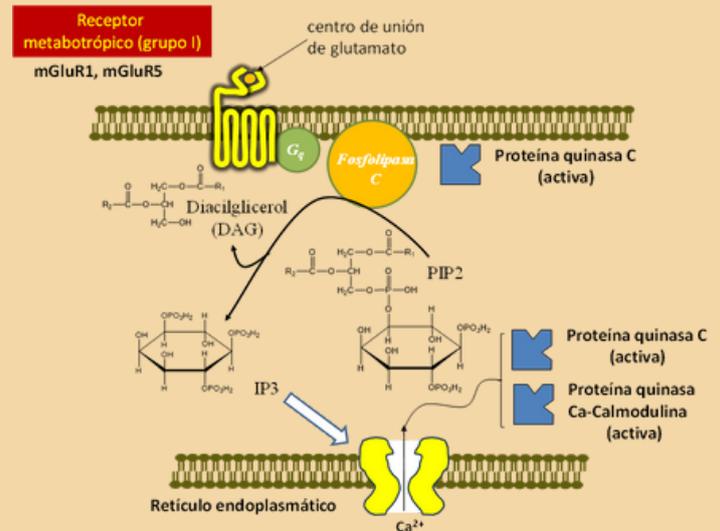


FIGURA 4. Receptores metabotrópicos de glutamato del grupo I (receptores postsinápticos: mGluR1 y mGluR5)

Se muestra la acción sobre los receptores postsinápticos mGluR1 y mGluR5 (que utilizan una proteína Gq). Cuando se une acetilcolina al receptor, la proteína G se separa del receptor y se une a GTP. La proteína G activa entonces la reacción de la fosfolipasa C, que hidroliza en la membrana al fosfatidil inositol 4,5-bifosfato (PIP₂) a diacilglicerol (DAG) e inositol 1,4,5-trifosfato (IP₃). El DAG se queda en la membrana, donde activa una proteína quinasa C. El IP₃ es soluble en agua y se desplaza al retículo endoplasmático, abriendo canales de Ca^{2+} .

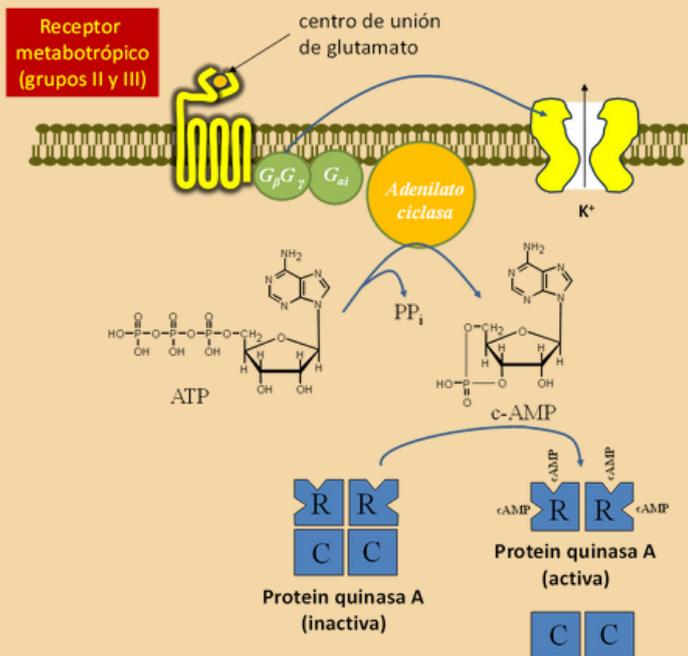


FIGURA 5. Receptores metabotrópicos de glutamato (receptores grupo II: mGluR2 y mGluR3; y receptores grupo III: mGluR4, mGluR6, mGluR7, y mGluR8).

Se muestra un receptor metabotrópico del grupo II o III, que utiliza una proteína $G_{\alpha i}$. Cuando se une glutamato al receptor, la proteína trimérica $G_{\alpha i}\beta\gamma$ se separa del receptor y la $G_{\alpha i}$ se une a GTP. Esta proteína inhibe la reacción de la adenilato ciclasa, disminuyendo los niveles de AMP-cíclico. Con ello, se ve inhibida la reacción de la proteína quinasa A. Por otro lado, las proteínas $G_{\beta\gamma}$ pueden abrir los canales de K^+ . La estructura de los receptores metabotrópicos de glutamato consiste en dímeros de cadenas que contienen un módulo venus atrapa-moscas (VFTM: venus flytrap module), un dominio rico en cisteínas (CRD: cysteine rich domain), los siete segmentos transmembrana (HD: heptadomain) y el dominio C-terminal en el interior de la célula.

Terminación del efecto del glutamato

Tras actuar sobre sus receptores, el glutamato de la sinapsis se transporta a través de los transportadores de aminoácidos excitatorios de nuevo a las neuronas o hacia las células gliales [7].

En las células gliales, el glutamato se transforma en glutamina mediante la reacción de la glutamina sintetasa (Figura 6):

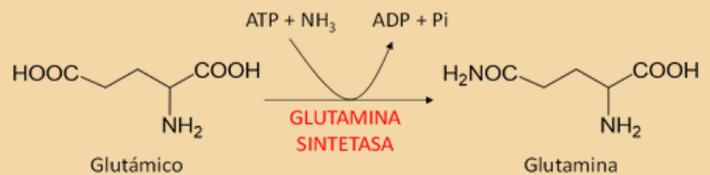


FIGURA 6.- Reacción de la glutamina sintetasa

La glutamina es inactiva, y sale de las células gliales para reincorporarse a la neurona, y formar de nuevo glutamato, que se introducirá a las vesículas sinápticas para ser liberado de nuevo a la sinapsis cuando llegue el impulso nervioso. Este ciclo de recuperación del glutamato se denomina ciclo glutamato-glutamina.

Del mismo modo, cuando el lobo se introduce en la casa del tercer cerdito a través de la chimenea y cae a la olla de agua hirviendo, se inactiva y ya no podrá comerse a los tres cerditos.

Receptores de GABA: ionotrópicos y metabotrópicos (casa de la madre cabra)

En el cuento de "Los tres cerditos" el lobo no puede soplar la casa de ladrillos. El glutamato es específico para los receptores de glutamato, y no puede actuar sobre los receptores de GABA.

A diferencia del glutamato, que es un neurotransmisor excitatorio, el GABA es un neurotransmisor inhibitorio. Los receptores de GABA se clasifican, igual que los de glutamato, en receptores ionotrópicos (GABA-A y GABA-C) y metabotrópicos (GABA-B) [8]. A diferencia de los de glutamato que permitían el paso de iones cargados positivamente, los receptores ionotrópicos de GABA permiten la entrada de iones Cl^- . Sin embargo, estos receptores son también postsinápticos, igual que los de glutamato.

Los receptores metabotrópicos de GABA se denominan GABA-B y pertenecen a la misma familia que los receptores metabotrópicos de glutamato (familia 3 de receptores). Son dímeros también, y poseen los dominios VFTD, HD, pero no los dominios ricos en cisteína. Su localización es en presinapsis (dímero GABA1a-GABA2) y en postsinapsis (dímero GABA1b-GABA2).

Su acción consiste en disminuir en presinapsis el AMP-cíclico y abrir canales de K^+ , del mismo modo que realizan los receptores metabotrópicos del grupo I de glutamato en postsinapsis (ver Figura 5). De hecho, el GABA puede obtenerse por descarboxilación del glutamato, a través de la reacción de la glutamato descarboxilasa (Figura 7), y por ello glutamato y GABA están muy relacionados aunque ejerzan efectos complementarios, pues el glutamato es un neurotransmisor excitatorio y el GABA es inhibitorio.

El lobo puede hacerse pasar por cabra aclarándose la voz con yeso y tiñéndose la pata de blanco con harina. Esta es la reacción que efectuaría la glutamato descarboxilasa.

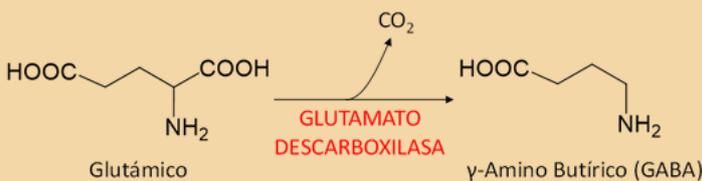


FIGURA 7.- Reacción de la glutamato descarboxilasa, que transforma el glutamato en GABA.

Igual que el lobo suaviza su voz con yeso y tiñe su pata de blanco con harina, el glutamato abandona su ácido carboxílico para generar GABA.

Receptores de insulina: con un segmento transmembrana (caja del reloj con un cabritillo)

Además de los receptores que poseen siete segmentos transmembrana (los siete cabritillos) también se han descrito los receptores con un único segmento transmembrana (el cabritillo menor, que se esconde en la caja del reloj). Entre los receptores con un segmento transmembrana se encuentran los receptores de los factores de crecimiento.

El receptor de insulina consiste en una glucoproteína que pertenece al grupo de los receptores de tirosina quinasas [9]. Posee una subunidad α responsable de la unión a la insulina y una subunidad β responsable de la actividad tirosina quinasa. Forma un homodímero $\alpha_2\beta_2$, donde puentes disulfuro unen las dos subunidades α entre sí, y cada una de estas cadenas α con una subunidad β . Cada subunidad β posee actividad tirosina quinasa, y al unirse la insulina fosforila a tirosinas de la otra cadena β . Esta autofosforilación provoca la unión al receptor de la proteína IRS-1 (insulin receptor substrate-1), que se fosforilará también. IRS-1 fosforilada puede actuar a varios niveles. Por un lado, activa la fosfoinositol-3-quinasa (PI3K), una enzima que convierte el fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato (PIP2) de la membrana a fosfatidilinositol-3,4,5-trisfosfato (PIP3). El PIP3 es un segundo mensajero que actuará sobre la proteína quinasa B (también denominada Akt), que entre otros efectos provoca la salida del transportador GLUT4 a la membrana, por lo que la insulina produce una entrada de glucosa sanguínea hacia el interior de la célula (Figura 8). Además, la acción de la proteína quinasa B está relacionada con la vía de señalización del mTOR. Por otro lado, a través de proteínas puente se une a una proteína G denominada Ras, que al unirse a GTP es capaz de iniciar la cascada de fosforilaciones de las MAP (proteínas activadas por mitógenos). Ras fosforila una MAP quinasa quinasa (Raf-1), que fosforila una MAP quinasa quinasa (Mek), que fosforila una MAP quinasa (Erk). Erk fosforilada puede transportarse al núcleo, donde es capaz de fosforilar a varias proteínas. Se fosforilarán MNK, RSK, CREB, MYC o S6, entre otras, produciéndose cambios en el proceso de transcripción de proteínas.

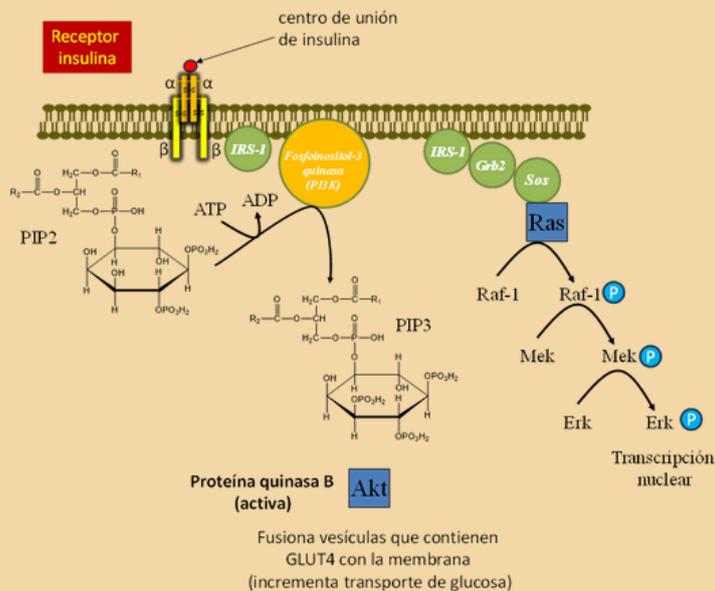


FIGURA 8. Receptor de la insulina.

La unión de la insulina a las subunidades α del receptor provoca que cada una de las subunidades β fosforile tirosinas de la otra subunidad. El receptor fosforilado fosforila al IRS-1 (insulin receptor substrate-1). Por un lado, IRS-1 activa la fosfoinositol-3-quinasa (PI3K), una enzima que convierte el fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato (PIP2) de la membrana a fosfatidilinositol-3,4,5-trisfosfato (PIP3). El PIP3 es un segundo mensajero que actuará sobre la proteína quinasa B (también denominada Akt), que entre otros efectos provoca la salida del transportador GLUT4 a la membrana. Por otro lado, IRS-1, a través de proteínas de unión, puede unirse a Ras (una proteína G) que fosforila a Raf-1 (una MAP quinasa quinasa), que activa la cascada de fosforilaciones de la vía del MAP.

Receptores muscarínicos de acetilcolina (el lobo con las siete piedras en su estómago)

La acetilcolina puede interactuar con dos tipos de receptores: nicotínicos (ionotrópicos) y muscarínicos (metabotrópicos) [10] (Figura 1). La nomenclatura de estos receptores proviene de los agonistas que actúan preferentemente con estos receptores.

El receptor muscarínico de la acetilcolina es un receptor metabotrópico, asociado a una proteína G. En este caso son receptores monoméricos, con siete segmentos transmembrana. Al unirse la acetilcolina a los receptores, la proteína G se libera y une GTP. Esta proteína G activada producirá un efecto sobre una enzima. Se conocen 5 subtipos de receptores muscarínicos, denominados M1, M2, M3, M4 y M5. Los receptores M1, M3 y M5 se asocian a una proteína Gq, mientras que los receptores (M2 y M4) se asocian a una proteína Gi.

Los efectos de los receptores metabotrópicos M1, M3 o M5 están asociados a la proteína Gq, al igual que mGluR1 y mGluR5 (Figura 4). La proteína Gq activa la fosfolipasa C de membrana, que cataliza la hidrólisis de fosfatidilinositol 4,5-bisfosfato (PIP2) para formar diacilglicerol (DAG) e inositol 1,4,5-trisfosfato (IP3). El DAG es insoluble, con lo que circula por la membrana y activa la proteína quinasa C. Por otro lado, el IP3 es soluble, con lo que se disuelve en el citoplasma y al llegar al retículo endoplasmático provoca la apertura de los canales de Ca^{2+} . El Ca^{2+} puede activar la proteína quinasa C, pero también puede unirse a la proteína calmodulina y activar la proteína quinasa dependiente de Ca^{2+} -Calmodulina. Estas proteínas quinasas fosforilan a otras enzimas, activando diversos procesos metabólicos.

A diferencia de los receptores M1, M3 y M5, los receptores M2 y M4 están asociados a una proteína Gi, que inhibe a la adenilato ciclasa (Figura 1). Esta enzima forma AMP-cíclico a partir de ATP. En este caso, el segundo mensajero ya no es Ca^{2+} , sino que se trata de AMP-cíclico, que activa una proteína quinasa A. Por otro lado, la proteína Gi forma un trímero $\text{Gi}\beta\gamma$ cuando está unida al receptor, pero en el momento en que se libera y se une a GTP para activar la adenilato ciclasa, las subunidades $\text{G}\beta\gamma$ pueden también abrir canales de K^+ .

La caída del lobo al pozo representaría la unión de la acetilcolina (agua del pozo) al lobo (receptor de acetilcolina, con siete segmentos transmembrana representados por las siete piedras).

Discusión y conclusiones

Si bien no hemos utilizado el trabajo completo con los alumnos de Bioquímica del grado de Química, hemos utilizado el cuento de los tres cerditos para explicar los receptores de glutamato con un grupo reducido de 24 alumnos. Tras la explicación pasamos un test de Likert anónimo, en el que solicitábamos que nos contestasen de 0 a 10 las siguientes preguntas:

1. Valora si te ha gustado la comparación entre las casas de los tres cerditos y los receptores
2. ¿Crees que has aprendido con esta comparación?:
3. ¿Cómo valoras la utilidad para aprender los tipos de receptores?:
4. ¿Cómo valoras el interés de esta explicación?:

La valoración obtenida fue muy positiva, obteniendo los siguientes resultados:

1. Valora si te ha gustado la comparación entre las casas de los tres cerditos y los receptores: $8,6 \pm 1,4$
2. ¿Crees que has aprendido con esta comparación?: $7,7 \pm 1,7$
3. ¿Cómo valoras la utilidad para aprender los tipos de receptores?: $7,8 \pm 1,9$
4. ¿Cómo valoras el interés de esta explicación?: $8,1 \pm 1,9$

Parece ser que la propuesta ha sido del agrado de nuestros alumnos, y esperamos analizar la propuesta completa en un futuro próximo. A los alumnos les ha encantado los símiles de las casas con los receptores y al lobo como una neurona glutamatérgica.

Discusión y conclusiones

Los autores pertenecemos al grupo de innovación docente consolidado QuiMet (Metabolismo en el Grado de Química) (GINDOC-UB/180) y agradecemos a RIMDA, Universitat de Barcelona, por el reconocimiento de nuestro trabajo.

Agradecemos también a RIMDA, Universitat de Barcelona, la concesión de los proyectos: “Gamificació a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química” (2024PMD-UB/008) y “Ensenyament de bioquímics a partir de storytelling: trobem igualtat de gènere als contes tradicionals?” (2024RSU-UB/018).

Referencias

- [1] D. Berlyne, D. (1978). Motivation and emotion, 2 (2). p. 97-175. En “Curiosity and Learning”. Springer Science and Business Media LLC. doi: [10.1007/bf00993037](https://doi.org/10.1007/bf00993037)
- [2] McGaugh, J. L. (2003). Memory and Emotion: The Making of Lasting Memories. Columbia University Press. New York. ISBN: 0231120222; 0231120230
- [3] Willingham, D. T. (2009). Why Don't Students Like School? Jossey-Bass. Wiley Imprint. San Francisco. ISBN: 978-0-470-27930-4
- [4] Ausubel, D. (1968). Educational Psychology: A Cognitive View. Holt McDougal. ISBN: 978-0030899515
- [5] Aarne-Thompson-Uther (ATU). <http://www.mftd.org/index.php?action=atu>
- [6] Egbenya D.L., Aidoo E. and Kyei G. (2021). Glutamate receptors in brain development. Childs Nerv Syst. 37(9), 2753-2758. doi: [10.1007/s00381-021-05266-w](https://doi.org/10.1007/s00381-021-05266-w).
- [7] Palmada, M. and Centelles, J.J. (1998). Excitatory amino acid neurotransmission. Pathways for metabolism, storage and reuptake of glutamate in brain. Frontiers in Bioscience, 20, d701-d718. ISSN: 1093-4715
- [8] Philip A.B., Brohan J. and Goudra B. (2025). The Role of GABA Receptors in Anesthesia and Sedation: An Updated Review. CNS Drugs., 39(1), 39-54. doi: [10.1007/s40263-024-01128-6](https://doi.org/10.1007/s40263-024-01128-6).
- [9] Kahn C.R. (1985). The molecular mechanism of insulin action. Annu. Rev. Med. 36, 429-51. doi: [10.1146/annurev.me.36.020185.002241](https://doi.org/10.1146/annurev.me.36.020185.002241).
- [10] Fuenzalida M., Pérez M.Á., Arias H.R. (2016). Role of Nicotinic and Muscarinic Receptors on Synaptic Plasticity and Neurological Diseases. Curr Pharm Des., 22(14), 2004-14. doi: [10.2174/1381612822666160127112021](https://doi.org/10.2174/1381612822666160127112021).

Práctica de laboratorio: Síntesis del carbonato de calcio mediante una reacción de precipitación. Aspectos químicos de la práctica

José María Fernández Solís, Elia Alonso Rodríguez, Elena González Soto, Victoria González Rodríguez, Jesús Manuel Castro Romero
Departamento de Química, Área de Química Analítica, Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol, Universidade da Coruña, 15403 Ferrol, España

Resumen

En el presente trabajo se describe una práctica de laboratorio, la cual se propone para la asignatura Química de primer curso de los grados impartidos en la Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol. En ella se lleva a cabo la obtención del compuesto carbonato de calcio mediante una reacción de precipitación.

Asimismo, se hace hincapié en los aspectos químicos más destacados de la práctica, que se considera que justifican su inclusión en la parte experimental de la citada asignatura.

1.- Introducción

Los planes de estudios de las titulaciones de Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF) de la Universidade da Coruña (UDC), incluyen la Química como asignatura de formación básica, impartida en el primer cuatrimestre del curso primero de ambas titulaciones [1].

En dicha asignatura se realizan cuatro prácticas de laboratorio [2]:

- Determinación de cobre en una muestra de una aleación
- Determinación del calor de reacción
- Cinética de las reacciones químicas
- Reacciones de oxidación-reducción. Electrodeposición.

Algunas de estas prácticas podrían, a lo largo del tiempo, ser renovadas o sustituidas por otras que abarquen aspectos de la asignatura considerados también de interés y utilidad para la mejor formación del alumnado.

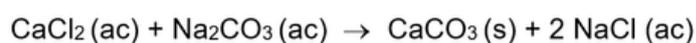
Este trabajo, cuyo avance fue presentado como comunicación a congreso [3], propone una nueva práctica de laboratorio susceptible de ser

impartida en la asignatura. Dicha práctica se refiere a la síntesis del compuesto inorgánico carbonato de calcio mediante una reacción de precipitación, y a la descripción de los aspectos químicos más destacados de la misma.

2.- Desarrollo

2.1. Objetivos de la práctica

a) Determinar experimentalmente el rendimiento real de la siguiente reacción química:



El rendimiento de una reacción química se expresa, normalmente, en porcentaje mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real (gramos reales)}}{\text{Rendimiento teórico (gramos teóricos)}} \cdot 100$$

b) Adquirir destreza en el manejo de las técnicas que permiten aislar un precipitado de su disolución de origen por medio de una filtración a vacío.

2.2. Cuestiones previas a la realización de la práctica

El estudiantado deberá resolver, previamente a la sesión de desarrollo experimental, las siguientes cuestiones, apoyándose en la bibliografía de la asignatura:

2.2.1.- Defina, para una reacción química, los conceptos de: reactivo limitante, reactivo en exceso, rendimiento teórico, rendimiento real y porcentaje de rendimiento.

2.2.2.- Al mezclar disoluciones acuosas de cloruro de calcio y de carbonato de sodio, se produce una reacción con formación de un precipitado de carbonato de calcio y cloruro de sodio disuelto. Escriba y ajuste la ecuación química correspondiente, indicando el estado físico de los reactivos y productos.

2.3. Material y reactivos necesarios

2.3.1. Material:

- 2 vasos de precipitados de 250 mL.
- 2 tubos de ensayo.
- 2 varillas de vidrio.
- 1 termómetro.
- 1 espátula.
- 1 placa calefactora.
- 1 balanza.
- 1 vidrio de reloj.
- 1 frasco lavador.
- 1 trompa de agua.
- 1 embudo Büchner.
- 1 matraz kitasato.
- 1 tijeras.
- 1 hoja de papel de filtro.

2.3.2. Reactivos:

- Cloruro de calcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)
- Carbonato de sodio decahidratado ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)
- Disolución de AgNO_3 (concentración 4,791 g/L)
- Disolución de HCl 0,20 M

2.4. Procedimiento [4, 5]

1. Se pesa en un vaso de precipitados, empleando una balanza o un granatario, una cantidad comprendida entre 4 y 5 gramos de cloruro de calcio (se anota exactamente la cantidad pesada) y se disuelve en 25 mL de agua destilada.
2. Se pesa en otro vaso de precipitados, una cantidad comprendida entre 10 y 11 gramos de carbonato de sodio (se anota exactamente la cantidad pesada) y se disuelve en 50 mL de agua destilada.
3. Se calienta la disolución de cloruro de calcio hasta alcanzar 50°C y, en ese momento, se procede a mezclar las dos disoluciones.
4. Se recortan dos hojas de papel de filtro para colocar en el embudo Büchner siguiendo las indicaciones del profesor. Se pesan dichos filtros y un vidrio de reloj etiquetado (la masa resultante es P).

5. Se prepara el embudo Büchner y el matraz kitasato y, con ayuda de una varilla de vidrio, se filtra a vacío el líquido ya frío con el fin de separar el carbonato de calcio precipitado. Se lava repetidas veces el precipitado con agua destilada y se ensayan periódicamente muestras del líquido que gotea del embudo Büchner hasta que no se observe turbidez al añadir unas gotas de disolución de nitrato de plata.
6. Se recoge el precipitado formado con los papeles de filtro y se deposita sobre el vidrio de reloj utilizado antes. Todo el sistema (precipitado, vidrio de reloj y papeles de filtro) se seca en la estufa a 100°C durante una hora y, una vez frío, se pesa. Obtendremos el valor P'.

2.5. Limpieza del material y disposición de los residuos

El material de vidrio y de porcelana que, durante la práctica, estuvo en contacto con el carbonato de calcio, se limpia con disolución de HCl, según la reacción:



A continuación, se lava con agua del grifo y se enjuaga con agua destilada. El resto de material de vidrio se lava como se hace habitualmente. Los residuos sólidos y líquidos generados durante la práctica, se recogen en contenedores específicos de los que se dispone en el laboratorio.

2.6. Cálculos numéricos

Si suponemos que pesamos 4,1 g de cloruro de calcio dihidratado y 10,1 g de carbonato de sodio decahidratado, el número de moles de cada uno de los reactivos sería [6]:

2.6.1. Número de moles de $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$:
 $\text{MM}(\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 40,08 \cdot 1 + 35,45 \cdot 2 + 2 \cdot (1,008 \cdot 2 + 16,00 \cdot 1) = 147,01$; 1 mol $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = 147,01 \text{ g}$.

$$n^{\circ} \text{ moles CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} = 4,1 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}}{147,01 \text{ g CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}} = 0,028.$$

2.6.2. Número de moles de $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$:

$$\text{MM} (\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 22,99 \cdot 2 + 12,01 \cdot 1 + 16,00 \cdot 3 + 10 \cdot (1,008 \cdot 2 + 16,00 \cdot 1) = 286,15; 1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} = 286,15 \text{ g}.$$

$$n^{\circ} \text{ moles Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} = 10,1 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}}{286,15 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}} = 0,035.$$

Como quiera que $0,028 \text{ moles de CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} < 0,035 \text{ moles de Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$, y siendo la reacción mol a mol, se concluye que, el reactivo limitante es el $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ y, por consiguiente, el reactivo en exceso sería el $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$.

2.6.3. Cálculo del rendimiento teórico de la reacción:

$$\text{MM} (\text{CaCO}_3) = 40,08 \cdot 1 + 12,01 \cdot 1 + 16,00 \cdot 3 = 100,09 \Rightarrow 1 \text{ mol CaCO}_3 = 100,09 \text{ g}$$

$$\text{Masa teórica CaCO}_3 = 0,028 \text{ mol CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}} \cdot \frac{100,09 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 2,80 \text{ g}.$$

2.6.4. Determinación del rendimiento real de la reacción:

En el apartado 2.4 anterior, se ha hecho mención a los parámetros obtenidos experimentalmente P y P', donde:

P = masa del vidrio de reloj + masa de los papeles de filtro,

P' = masa del vidrio de reloj + masa de los papeles de filtro + masa del precipitado de CaCO_3

En consecuencia, P' - P = masa del precipitado de carbonato de calcio obtenido = rendimiento real de la reacción.

2.6.5. Cálculo del porcentaje (%) de rendimiento de la reacción:

Se efectúa mediante la expresión considerada en el apartado 2.1:

$$\% \text{ de Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real (gramos reales)}}{\text{Rendimiento teórico (gramos teóricos)}} \cdot 100$$

$$\text{Para este caso concreto, sería: } \% \text{ de Rendimiento} = \frac{(P' - P) \text{ g CaCO}_3}{2,80 \text{ g CaCO}_3} \cdot 100$$

2.7. Cuestiones a resolver por los/las estudiantes al finalizar la práctica

Con la finalidad de verificar si el alumnado ha entendido y asimilado los conocimientos presentados, éste deberá resolver unas cuestiones sencillas, relacionadas con la práctica.

2.7.1. ¿A que es debida la turbidez observada y la formación de un sólido insoluble al mezclar disoluciones de cloruro de calcio y de carbonato de sodio?

2.7.2. ¿Por qué es necesario lavar abundantemente con agua destilada el precipitado de carbonato de calcio obtenido?

2.7.3. ¿Qué indica la turbidez que se observa cuando se añaden unas gotas de disolución de nitrato de plata al agua de lavado que gotea del embudo Büchner?

2.7.4. ¿por qué es necesario lavar con disolución de HCl el material de vidrio y de porcelana que estuvo en contacto con el carbonato de calcio?

2.7.5. Indique los diferentes motivos por los que el rendimiento real es siempre inferior al rendimiento teórico del producto.

2.8. Aspectos químicos a destacar en esta práctica

2.8.1. Aspectos de Química General e Ingeniería Química:

En lo que respecta a la Química General, la realización de esta práctica conlleva el empleo de los conceptos de: reactivo limitante, reactivo en exceso, rendimiento teórico, rendimiento real y porcentaje de rendimiento, en una reacción química.

Asimismo, después de producirse la reacción de precipitación, se utiliza la operación básica de laboratorio filtración, con el fin de llevar a cabo la separación del precipitado formado de la disolución madre en la que se ha originado.

Si la experiencia se realiza a gran escala en la industria, en lugar del laboratorio universitario de prácticas, lo expuesto en los dos párrafos anteriores tiene plena aplicación en el campo de la Ingeniería Química o de la Química Industrial.

2.8.2. Aspectos de Química Inorgánica:

En la reacción principal de precipitación de la práctica, se obtiene el compuesto inorgánico sólido carbonato de calcio, además de cloruro de sodio disuelto.

Las reacciones, en las que se forma un sólido o precipitado y se separa de la disolución de origen, constituyen uno de los tipos más comunes de las denominadas reacciones de metátesis, que son aquellas en las cuales dos compuestos reaccionan para formar otros dos nuevos compuestos sin que se produzcan cambios en los números de oxidación de ninguna especie. Es decir, son similares a la representada por la siguiente ecuación química:

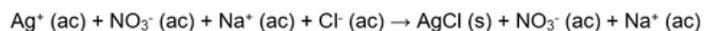


Por otra parte, debe ponerse de manifiesto la gran importancia del carbonato de calcio, no solo por su uso en el laboratorio, sino por su aplicación como materia prima en la industria siderúrgica, metalúrgica, de la construcción, etc.

2.8.3. Aspectos de Química Analítica:

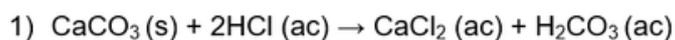
2.8.3.1. Química Analítica cualitativa:

En el punto 2.4 se menciona que el precipitado obtenido debe lavarse con abundante agua destilada. Esto tiene por finalidad eliminar la sal (NaCl) que pueda contaminarlo. El proceso de lavado se controla mediante la adición de gotas de disolución de nitrato de plata al líquido que sale del embudo Büchner, produciéndose la siguiente reacción entre los iones cloruro y de plata para formar un precipitado de cloruro de plata [8]. Dicha reacción permite identificar los iones cloruro en ensayos cualitativos:

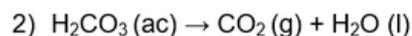


El punto 2.5 trata de la limpieza del material de vidrio y de porcelana que ha estado en contacto con el carbonato de calcio a lo largo del experimento.

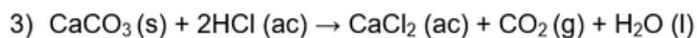
Si observamos la reacción que se produce durante la limpieza del material, esta es también de metátesis y en ella el ácido fuerte (HCl) desplaza al ácido débil (carbónico) de su sal, dando lugar a la sal del ácido fuerte y al ácido débil que son solubles en agua:



El ácido carbónico (H_2CO_3) se descompone en dióxido de carbono y agua:



Si sumamos las ecuaciones 1) y 2), obtenemos la 3):



La ecuación 3) pone de manifiesto que el precipitado de carbonato de calcio se disuelve cuando se trata con disolución de ácido clorhídrico.

2.8.3.2. Química Analítica cuantitativa:

Se debe hacer mención expresa al manejo del granatario o de la balanza analítica, según el caso, para la pesada inicial de los reactivos (cloruro de calcio y carbonato de sodio) y para la pesada final del carbonato de calcio [9].

La reacción química: $\text{CaCl}_2 (ac) + \text{Na}_2\text{CO}_3 (ac) \rightarrow \text{CaCO}_3 (s) + 2 \text{NaCl} (ac)$, constituye la base o fundamento de varios procedimientos analíticos gravimétricos para la determinación del contenido en iones calcio o iones carbonato presentes en el medio disuelto.

3. Conclusiones

En el presente trabajo se ha descrito el conjunto de los apartados que constituyen la práctica de laboratorio “síntesis del carbonato de calcio mediante una reacción de precipitación”, es decir: introducción, objetivos, cuestiones previas, material y reactivos, procedimiento, limpieza del material y disposición de los residuos, cálculos numéricos, cuestiones a resolver, finalizando con el estudio de los aspectos químicos más destacados.

De lo anteriormente expuesto se concluye que, la práctica en cuestión, es apta e idónea para su incorporación al programa de la asignatura Química de los grados impartidos en la Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol.

4. Bibliografía

- [1] Guía Docente de la asignatura Química de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF), Universidade da Coruña (UDC). Curso 2022-23.
- [2] Programa de la asignatura Química de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF), Universidade da Coruña (UDC). Curso 2022-23.
- [3] Fernández, J.; Alonso, E.; González, E.; González, V.; Castro, J. "Obtención del compuesto inorgánico CaCO_3 mediante una reacción de precipitación. Aspectos químicos de esta práctica de laboratorio". V Congreso Internacional de Didáctica de la Química. Congreso online, 23-25 de mayo, 2024.
- [4] Pérez, J.; Seco, H. M. "Experimentos de Química. Aplicaciones a la vida cotidiana". Editorial Filarias. Calamonte (Badajoz), 2006.
- [5] Martínez, J.; Narros, A.; Fuente de la, M. M.; Pozas, F.; Díaz, V. M. "Experimentación en Química General". Thomson Editores Spain-Paraninfo, S. A. Madrid, 2006.
- [6] Chang, R.; Goldsby, K. "Química" (12ª Edición). McGraw-Hill Education. Madrid, 2017.
- [7] Whitten, K. W.; Davis, R. E.; Peck, M. L.; Stanley, G. G. "Química" (10ª Edición). México, Cengage Learning Editores, S. A. de C. V., 2015.
- [8] Burriel, F.; Lucena, F.; Arribas, S.; Hernández, J. "Química Analítica Cualitativa" (18ª Edición). Thomson Paraninfo, S. A. Madrid, 2003.
- [9] Skoog, D.; West, D.; Holler, F.; Crouch, S. "Fundamentos de Química Analítica" (9ª Edición). México, Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2015.

Repensando la Química Orgánica: Estrategias docentes para el cambio educativo.

María del H. Loandos, María L. Arias Cassará

Cátedra de Química Orgánica I, Instituto de Química Orgánica. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia - UNT. Ayacucho 471, San Miguel de Tucumán, Argentina

*maria.loandos@fbqf.unt.edu.ar

Resumen

La enseñanza de la Química Orgánica presenta desafíos significativos tanto para los estudiantes como para los docentes, debido al elevado nivel de abstracción de sus contenidos. Esta característica dificulta la interpretación conceptual, ya que, en muchos casos, se prioriza la memorización sobre la comprensión. A ello se suma el hecho que esta asignatura suele ser una de las primeras experiencias con la química para los estudiantes de nuestra Universidad.

Desde 2017, una mirada reflexiva sobre esta problemática permitió identificar, a través de diversos indicadores académicos, un bajo rendimiento estudiantil, evidenciado en un elevado porcentaje de alumnos recursantes, una escasa cantidad de estudiantes regulares por año y una alta tasa de desaprobación en las mesas examinadoras, lo cual generaba la pérdida de regularidad en numerosos casos.

Ante este panorama, se volvió imprescindible replantear las prácticas docentes, explorando nuevas estrategias didácticas que promovieran un aprendizaje significativo, contextualizado y duradero. En este trabajo se propone una renovación en la enseñanza de Química Orgánica I desde un enfoque crítico y reflexivo, mediante el análisis y la aplicación de estrategias activas, colaborativas y situadas, orientadas a transformar el rol docente en facilitador del aprendizaje y al aula en un espacio dinámico de construcción colectiva del conocimiento.

Introducción

Las buenas prácticas educativas promueven una actitud reflexiva, abierta al cambio y a la innovación.

Una enseñanza de calidad se nutre del saber práctico del docente y de su participación activa en la implementación del currículo [1]. Es fundamental diseñar criterios e instrumentos coherentes con las propuestas de enseñanza, que permitan repensar el sentido y los objetivos de las prácticas evaluativas.

La innovación educativa implica adoptar una mirada crítica sobre nuestra práctica, concibiéndonos como investigadores de nuestra tarea docente. Tal como plantea Galagovsky (2007), muchas de las dificultades frecuentes en la enseñanza de la química derivan de enfoques tradicionales y descontextualizados, y advierte que enseñar no garantiza que los estudiantes aprendan, ya que existe una brecha entre lo que el docente cree estar enseñando y lo que el alumno realmente comprende [2].

A partir de esta concepción, resultó prioritario identificar las principales dificultades conceptuales que enfrentan los estudiantes al abordar los contenidos de Química Orgánica I, con el objetivo de diseñar estrategias activas que favorezcan el cambio conceptual en los temas clave de la asignatura. Esta materia se dicta en el primer cuatrimestre del ciclo básico de las carreras de Farmacia, Bioquímica, Licenciatura en Química y Licenciatura en Biotecnología de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, así como en la carrera de Profesorado de Química de la Facultad de Filosofía y Letras, ambas pertenecientes a la Universidad Nacional de Tucumán. El objetivo del presente trabajo fue generar propuestas pedagógicas creativas que potencien el aprendizaje en Química Orgánica I, reflexionando sobre el rol del docente como mediador del conocimiento y promotor de entornos educativos significativos.

Esto implicó repensar nuestras prácticas y revisar las metodologías de enseñanza y evaluación, con el fin de favorecer una comprensión más profunda y duradera de los contenidos.

Desarrollo:

La Química Orgánica, por su complejidad teórica y su carácter abstracto, tiende a generar desmotivación y confusión entre los estudiantes. La enseñanza tradicional, centrada en la transmisión de información y en evaluaciones memorísticas, ha resultado ineficaz para promover aprendizajes sólidos.

Estudios realizados por nuestro equipo de trabajo revelaron un bajo rendimiento académico, reflejado en altos porcentajes de estudiantes recursantes (entre el 47 % y el 56 %), baja proporción de alumnos regulares (entre el 46 % y el 54 %), y una elevada tasa de desaprobación en los exámenes finales (entre el 66 % y el 70 %), lo cual conducía a la pérdida de regularidad de muchos estudiantes.

A partir de este diagnóstico, y aprovechando el contexto de pandemia como una oportunidad para la innovación, se implementaron diversas estrategias pedagógicas como se observa en la Figura N° 1. Entre las más relevantes se destacan:

- **La modificación del examen final**, reemplazado por una evaluación oral basada en la resolución de una situación problemática integradora, que permite al estudiante recorrer de forma transversal los contenidos del programa.
- **La incorporación de evaluaciones semanales**, con el objetivo de realizar un seguimiento continuo del proceso de aprendizaje, detectar avances, retrocesos y errores, y ajustar las intervenciones pedagógicas según las necesidades detectadas.

Estas estrategias también respondieron a la necesidad de articular con la asignatura Química Orgánica II, integrando saberes y favoreciendo

una comprensión más profunda de los contenidos. Paralelamente, se revisaron los contenidos y objetivos del programa teórico de la materia, en consonancia con los lineamientos nacionales para la acreditación del perfil del egresado de las carreras involucradas.

Asimismo, se incorporaron al equipo docente profesionales egresados de distintas carreras de la facultad, con el propósito de enriquecer la propuesta didáctica a partir de sus respectivas áreas de experticia.



Figura N°1: Estrategias de cambios en la asignatura de Química Orgánica I de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

Las decisiones pedagógicas implementadas se enmarcan en dos fundamentos teóricos principales:

1. **El Aprendizaje Significativo de David Ausubel**, que postula que los nuevos conocimientos deben anclarse en conceptos previos de forma comprensiva y no arbitraria [3]. (ver Figura N° 2).
2. **La teoría de la Cognición Situada, de Díaz Barriga Arceo**, que sostiene que el conocimiento y la cognición están profundamente ligados al contexto en el que se desarrollan. Esta perspectiva rechaza el aprendizaje descontextualizado y promueve la participación en prácticas sociales auténticas y significativas [4].

Desde esta perspectiva, se reformularon las clases teóricas y las actividades prácticas de laboratorio, con el objetivo de contextualizar los contenidos en situaciones reales.

Por ejemplo, al abordar el tema de hidrocarburos aromáticos, se relacionó la estructura química con su aplicación en el diseño y la acción de fármacos como los antihistamínicos. También se discutió el riesgo asociado al consumo de alimentos sobrecocinados o quemados, en relación con la formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), compuestos que se generan durante la combustión incompleta de materia orgánica (como tabaco, carbón o carne a la parrilla) y que pueden tener efectos nocivos sobre los sistemas respiratorio, circulatorio y nervioso, e incluso estar asociados a procesos cancerígenos.

Estas propuestas permitieron enriquecer el aprendizaje, conectando la Química Orgánica con la vida cotidiana, y aumentando así la motivación y la comprensión de los estudiantes.



Figura N° 2: Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

Como resultado de las estrategias implementadas, se observaron mejoras significativas en los indicadores académicos. La tasa de aprobación en los exámenes finales aumentó del 33 % (período 2017–2019) a más del 64 % entre 2020 y 2024 (ver Figura N° 3), reflejando una mayor integración y comprensión de los conocimientos por parte de los estudiantes.

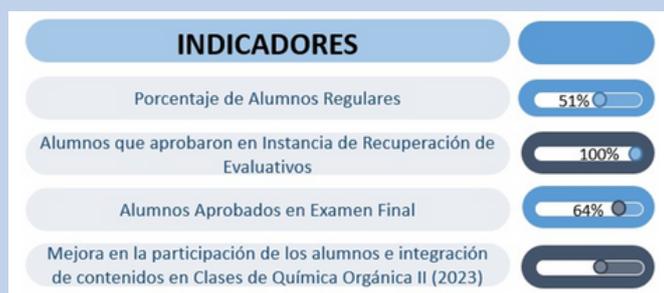


Figura N° 3: Resultados de la evidencia del aprendizaje de los estudiantes de Química Orgánica I.

Conclusiones:

Desde esta perspectiva, se vuelve esencial que el docente conozca y tenga en cuenta las representaciones previas que los estudiantes tienen sobre los contenidos, analizando cómo se da la interacción entre esos conocimientos iniciales y los nuevos saberes. En este proceso, lo más relevante no es únicamente la respuesta final del alumno, sino el camino que recorre para alcanzarla.

Bibliografía:

- [1] R. Anijovich, S. Mora, Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula, Aique Grupo Editor, Buenos Aires, 2010.
- [2] L. R. Galagovsky. Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. Química viva, 6 (Sup). 2007.
- [3] D.P. Ausubel, Educational psychology: a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [4] F. Díaz Barriga Arceo. Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. Revista electrónica de investigación educativa, 5 (2), 1-13. 2003.

Aplicación educativa del proceso de diálisis para visualizar la difusión y separación de iones o moléculas de distinto tamaño

Xanel Vecino^{1,2*}, José Manuel Cruz^{1,2}, Ana Belén Moldes^{1,2}, Benita Pérez-Cid^{2,3}

¹Departamento de Enxeñaría Química, Escola de Enxeñaría Industrial, Universidade de Vigo, España.

²CINTECX, Universidade de Vigo, EQ10, España.

³Departamento de Química Analítica e Alimentaria, Facultade de Química, Universidade de Vigo, España.

*xanel.vecino@uvigo.gal

Resumen

El presente trabajo expone una propuesta didáctica basada en el uso de la diálisis como herramienta experimental para la enseñanza de los principios fisicoquímicos de difusión molecular y separación selectiva mediante membranas semipermeables, aspectos fundamentales en química y biotecnología. El sistema experimental consiste en un saco o celda de celulosa regenerada que contiene una mezcla de NaCl (1,0 M) y almidón (1%, m/v), sumergido en agua Milli-Q durante 15 minutos. Debido a su tamaño molecular, el almidón no atraviesa la membrana, mientras que los iones Cl^- , de menor tamaño, difunden hacia el medio externo. La presencia del almidón, dentro del sistema de diálisis (saco o celda), se evidencia por la adición de una disolución de yodo, que genera un complejo azul con el almidón, y la difusión del ion cloruro hacia la disolución dializada se confirma mediante una reacción de precipitación con AgNO_3 0,1 M, que produce un precipitado blanco de $\text{AgCl}_{(s)}$. Este procedimiento experimental permite ilustrar de forma práctica los mecanismos de transporte y la función de las membranas semipermeables en procesos de purificación molecular y en aplicaciones biotecnológicas.

Introducción

La diálisis es una técnica efectiva para ilustrar los principios fundamentales de la separación molecular y la difusión a través de membranas semipermeables, conceptos clave en la química y la biotecnología.

Las membranas de diálisis son altamente eficaces en procesos de purificación, ya que permiten la eliminación selectiva de moléculas pequeñas e impurezas. Estas membranas están fabricadas con polímeros avanzados como la polietersulfona (PES), la polisulfona (PSU) o la celulosa regenerada (RC), y funcionan bajo el principio de difusión selectiva a través de una membrana semipermeable, separando las moléculas según su tamaño [1,2].

En un proceso típico de diálisis, la muestra concentrada se coloca en el interior de la membrana (la cual contiene poros de tamaño específico definidos por el fabricante) y se sumerge en un volumen relativamente grande de disolución acuosa. Las moléculas más pequeñas, capaces de atravesar los poros, difunden hacia la disolución acuosa hasta que se alcanza el equilibrio, disminuyendo así su concentración en la muestra. Por el contrario, las moléculas o partículas de mayor tamaño que no pueden atravesar la membrana permanecen retenidas en el lado de la muestra [3,4].

El principio básico del proceso de diálisis se muestra en la **Figura 1**.

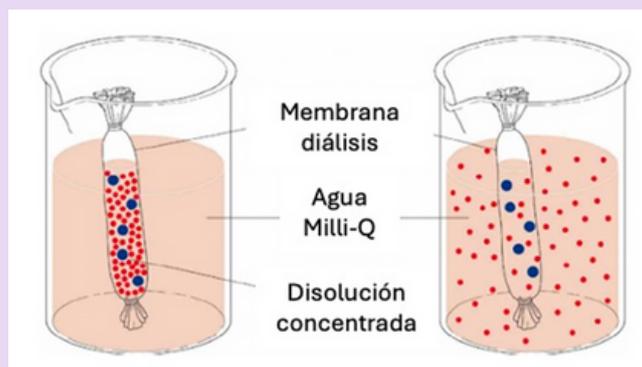


Figura 1. Descripción del proceso de diálisis (basado en [1]).

Este trabajo propone utilizar el proceso de diálisis, en formato saco (**Figura 2a**) o celda (**Figura 2b**), como una herramienta didáctica en prácticas de laboratorio para estudiantes universitarios, por ejemplo, en la materia de Química del primer curso de los grados en Ingeniería industrial, con el objetivo de demostrar cómo las membranas pueden separar iones o moléculas según su tamaño y permiten la transferencia de pequeñas sustancias.

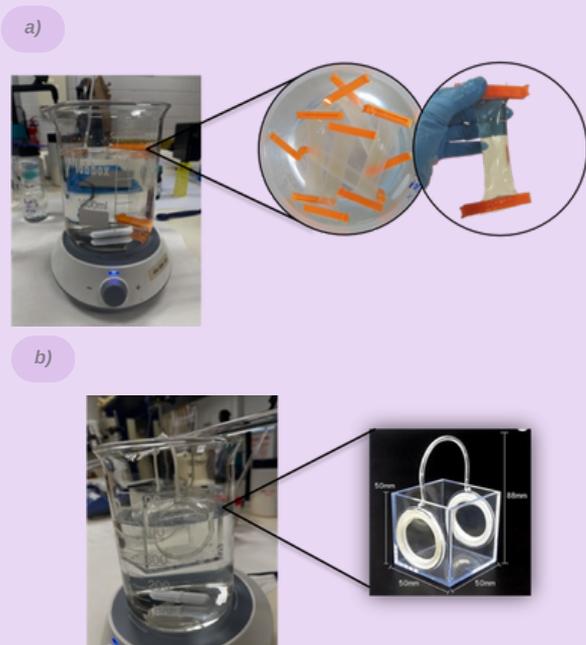


Figura 2. Proceso de diálisis en a) formato saco y b) en celda.

Desarrollo

Se introduce una disolución salina formada por una mezcla de NaCl (1,0 M, 20 mL) y almidón (1%, m/v, 40 mL) dentro del saco o celda, que actúa como una barrera semipermeable de celulosa regenerada, y se sumerge en agua Milli-Q durante 15 min. En este experimento, la disolución salina se considera la muestra y el agua Milli-Q se corresponde con la disolución dializada. Dado que el almidón es una macromolécula, no puede atravesar la membrana y permanece dentro del sistema de diálisis (saco o celda), mientras que los iones Cl⁻, más pequeños, pueden difundir a través de ella hacia la disolución dializada.

A lo largo del proceso, el estudiantado podrá comprobar la selectividad de las membranas de celulosa para la separación molecular, lo que permite comprender el funcionamiento de dichas membranas en sistemas biológicos y/o biotecnológicos.

Para visualizar la retención del almidón, se agrega disolución de yodo a una pequeña porción de la disolución no dializada, que está dentro del sistema de diálisis (saco o celda) y se observa la formación de un complejo azul con el almidón como se muestra en la **Figura 3**. Esta reacción permite confirmar que el almidón no ha atravesado la membrana [5].

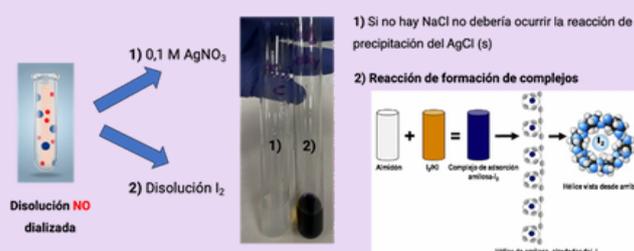


Figura 3. Comprobación del proceso de diálisis en la disolución no dializada.

Por otro lado, para comprobar que los iones Cl⁻ han atravesado la membrana se hace reaccionar una pequeña porción de la disolución dializada que está fuera del sistema de diálisis (inicialmente agua Milli-Q) con una disolución de AgNO₃ 0,1 M, dando lugar a la formación de un precipitado blanco de AgCl_(s) como se expone en la **Figura 4**.



Figura 4. Comprobación del proceso de diálisis en la disolución dializada.

Conclusiones

Este experimento de diálisis realizado con membranas de celulosa regenerada no solo facilita la comprensión de los procesos de difusión y separación molecular, sino que también introduce al estudiantado en conceptos aplicables en procesos biotecnológicos de purificación de sustancias. Además, ofrece una experiencia práctica de cómo las membranas semipermeables de celulosa regenerada pueden ser aplicables en sistemas biológicos y en diversas aplicaciones industriales.

Agradecimientos

Este estudio ha contado con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación de España en el marco del proyecto PID2019-103873RJ-I00/AEI/10.13039/501100011033 y de la Xunta de Galicia en el marco del proyecto ED431F 2023/17. X. Vecino agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR por su contrato Ramón y Cajal (ref. RYC2021-030966-I).

Bibliografía

- [1] V.H. Nguyen, H.S. Nguyen, D. Duong La, T.T. Huong Nguyen, P.N. Toan Vu, X. Dong Le. Use of Dialysis Membranes for the Purification of Fe/Ni and Fe/Cu Nanoparticles Synthesized from Green Tea Extract. *ChemistrySelect* 9 (2024) e202402211.
- [2] A. Martínez-Arcos, M. Reig, J.M. Cruz, J.L. Cortina, A.B. Moldes, X. Vecino. Evaluation of cellulose tubing membranes for dialysis-based recovery of biosurfactants from corn steep water. *Separation and Purification Technology* 375 (2025) 133711.
- [3] S.F. Sweeney, G.H. Woehrle, J.E. Hutchison. Rapid Purification and Size Separation of Gold Nanoparticles via Diafiltration. *Journal of the American Chemical Society* 128 (2006) 3190–7.
- [4] C. Ronco, W.R. Clark. Haemodialysis membranes. *Nature Reviews Nephrology* 14 (2018) 394-410.
- [5] A. Abalos Rodríguez, N. Pérez Pompa, I. Aguilera Rodríguez, O. Rodríguez Gámez. Validation of the iodometric determination of sodium hypochlorite in disinfectant solutions. *Rev. CENIC Ciencias Químicas* 55. (2024) 78-86.

Participación de los centros educativos en las Olimpiadas de Química de Extremadura. 2013-2025.

Carlos J. Durán Valle¹, Matilde Cabanillas Fernández², M. Elena Martín Navarro¹, Nielen Mora-Díez¹,

M. Coronada Toro Gordillo³, M. Isabel Rodríguez-Cáceres¹

¹Universidad de Extremadura. Badajoz (España)

²I.E.S. Castuera. Castuera, Badajoz (España)

³I.E.S. Donoso Cortés. Don Benito, Badajoz (España)

Resumen

El trabajo que se presenta es una reflexión sobre la participación del estudiantado y profesorado de la Comunidad Autónoma de Extremadura en la Fase Local de la Olimpiada de Química. Se han recopilado los datos en el periodo comprendido entre 2013 y 2025. En estos trece años han participado casi 800 estudiantes de las provincias de Cáceres y Badajoz. Se ha observado que un 44,3% de los centros de Educación Secundaria de la región han participado en alguna ocasión en este período y que ha habido un aumento en los últimos años, debido probablemente a que se le ha dado mayor publicidad y también porque se le ha dado un carácter lúdico a la jornada, ya que una vez que finaliza el examen los estudiantes realizan una visita a los laboratorios de Química.

El examen se realiza en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura que se encuentra en el campus de Badajoz. Llama la atención, que entre los centros que más participan, solamente dos sean de Badajoz capital y los dos concertados. Aunque esta región tiene cierta extensión y podría influir en el desplazamiento para participar, se ha visto que no ha sido un impedimento. Se ha observado una mayor participación de chicas, lo cual está en concordancia con la distribución que se ve en las aulas del Grado en Química.

En cuanto a los profesores de enseñanza secundaria se observa que son los impulsores principales, los motivadores y los encargados de hacer una primera selección en sus centros. También se ha visto que los alumnos ganadores

han estado ampliamente repartidos por los centros de secundaria de la región.

Introducción

El trabajo presentado a continuación parte del contexto educativo y social del alumnado al que va dirigida la Olimpiada de Química: las leyes educativas en España presentan como objetivo fundamental lograr que el alumnado adquiera competencias que pueda transferir a la realidad y a sus intereses, y estos intereses los define el alumnado en el transcurso del Bachillerato. Este sector de la población joven incluye a personas con gran compromiso con el trabajo y necesidad de profundización para alcanzar sus metas universitarias y demanda una vía de ampliación de sus conocimientos. En este contexto es primordial la colaboración entre el profesorado de bachillerato y el profesorado universitario, para establecer actuaciones que permitan la profundización en los procedimientos de trabajo y el acercamiento a la Universidad, a la que este alumnado ya se siente vinculado.

De esta forma, al plantearse la realización de un examen de química donde se evalúen los conocimientos adquiridos, pero profundizando algo más, se incentiva el estudio de esta materia, sirviendo de inicio para niveles superiores de olimpiadas (nacional, internacional).

En este trabajo se hace un estudio de los últimos 13 años de olimpiadas de química en la región, analizando diferentes factores de participación, la distribución de los centros geográficamente, la asistencia de chicos y chicas, el papel de los profesores en sus centros, y la distribución de los ganadores por centros.

Desarrollo

Se han empleado los datos de participación en la fase local de Extremadura de las Olimpiadas de Química de los años 2013 a 2025, facilitados por la organización de las mismas. En esta fase local participan voluntariamente los alumnos y centros que lo deseen, aunque se establece un máximo de alumnos participantes por centros dada las limitaciones de espacio y gestión con las que se cuenta. Está organizado por la Asociación de Químicos de Extremadura, la Sección Territorial de la RSEQ con la colaboración de varias instituciones como se puede observar en la Figura 1.

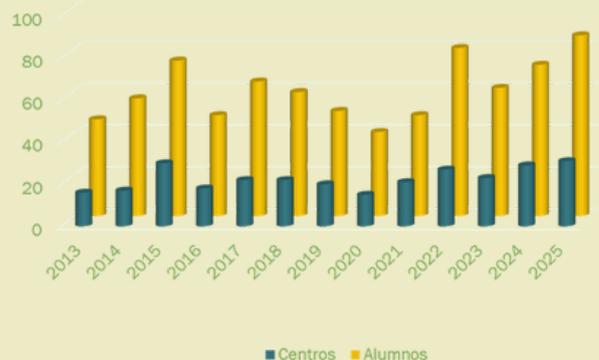


Figura 2. Participación de alumnos y centros en cada edición.

Los centros

De 194 centros públicos y privados de educación secundaria existentes en Extremadura, 108 no han participado en esta actividad, 27 lo han hecho en solamente una ocasión y 59 en varias. Existe por tanto la posibilidad de aumentar la participación en el futuro. El número total de alumnos presentados por cada centro en este periodo oscila entre 1 y 46, con una media de 9,1 alumnos. Cada centro participante ha colaborado en una media de 3,4 ediciones, aunque este número oscila entre 1 y 12.

En las Figuras 3 y 4 se indican los centros con más alumnos presentados y en más ediciones. Como es de esperar, existe un claro paralelismo entre las dos cantidades.



Figura 1. Cartel de la convocatoria de 2025.

La participación global

En 13 años han participado 784 alumnos, con una media de 60,3 en cada convocatoria. En la Figura 2 se muestra la participación total de alumnos y centros en cada edición. La participación es algo irregular, pero es una actividad que se mantiene en el tiempo. Hay que señalar una disminución en los años 2020 y 2021 debido a las restricciones por el COVID. En los últimos tres años y gracias a un uso intensivo de las redes sociales por parte de los organizadores se aprecia un interés creciente en participar. Los valores más altos se han obtenido en la última edición (2025) tanto en alumnos (86) como en centros (31).



Figura 3. Centros con mayor número de alumnos presentados.



Figura 4. Centros con mayor número de participaciones.

localidades más cercanas (Olivenza, 11832 habitantes, 1 alumno, a 25 km de Badajoz) con un comportamiento similar. Por lo que se puede concluir que la distancia no es un impedimento a la participación.

Y a una conclusión similar se puede llegar si revisamos estos datos teniendo en cuenta la clasificación por provincias. En la Figura 6 se muestra el reparto de alumnos por provincias y se compara con la población total.

La geografía

Una cuestión que preocupaba a los organizadores es si la distancia puede ser un impedimento para la participación. Extremadura es una comunidad autónoma de una cierta extensión y con baja densidad de población lo que ha conllevado a que los medios de transporte no sean lo abundantes que sería de desear. Dado que los exámenes se realizan en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura en Badajoz y que esta ciudad no se encuentra en una posición geográficamente centrada, la distancia podría ser una cuestión a tener en cuenta. En la Figura 5 se representa sobre el mapa de Extremadura las localidades con mayor participación (esferas amarillas) y se compara con la población de dichas localidades. Los alumnos provienen de lugares muy dispersos por la geografía autonómica, por lo que no parece que la distancia sea un gran impedimento. La participación de las grandes ciudades de Extremadura es proporcional a su población, pero no sucede lo mismo con las localidades pequeñas. Se puede destacar, por ejemplo, el caso de Alcántara, que con 1361 habitantes ha enviado a 25 alumnos a las Olimpiadas de Química. Por el lado contrario Navalmoral de la Mata, octava población de Extremadura (16784 habitantes) solamente ha enviado a un alumno (en el año 2021). Aunque esta localidad se encuentra en el noreste del mapa, lejos de Badajoz, se pueden indicar otras

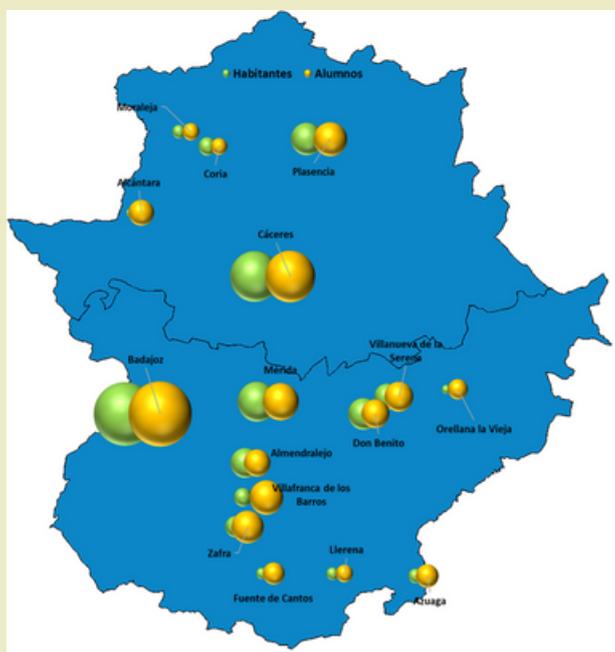


Figura 5. Comparación de alumnos participantes y población de las localidades de origen.



Figura 6. Proporción de participantes según provincia.

Aunque en los primeros años la cantidad de pacenses era superior a la proporción esperada según su población, en los últimos años tiende a acercarse al porcentaje de población, aunque sigue habiendo un ligero déficit de participación por parte de estudiantes cacereños.

¿Existe sesgo de género?

También se ha contabilizado el número de alumnos y alumnas participantes. En la Figura 6 se muestra el porcentaje de participantes de ambos sexos.

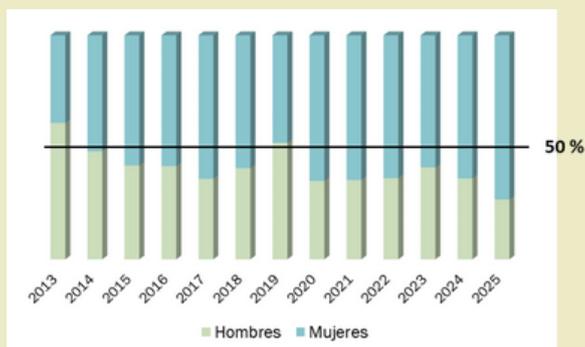


Figura 7. Porcentaje de alumnos participantes en las olimpiadas según sexo.

Aunque la proporción observada nunca muestra un gran desequilibrio sí se puede observar que la presencia femenina es mayor que la masculina en casi todas las ediciones por lo que se puede concluir que sí existe mayor inclinación por los estudios de química entre las alumnas. Esto se ve corroborado si estudiamos los mismos datos, pero aplicados a las matrículas del primer curso del grado en química de la Universidad de Extremadura (Figura 8).

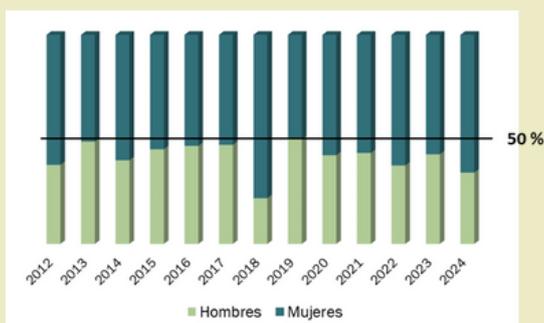


Figura 8. Porcentaje de alumnos matriculados en primer curso del grado en química según sexo.

También hay una mayoría casi permanente de alumnas en el grado. Se puede concluir que, aunque el fomento de las vocaciones científicas es necesario en una sociedad avanzada, no es necesario un programa específico de fomento de las vocaciones femeninas en el campo de la química

Los profesores

En la organización de las Olimpiadas de Química en Extremadura los profesores actúan en un doble papel que en gran parte viene motivado por su lugar de trabajo. Los profesores universitarios se ocupan de la organización del evento. Y los profesores de enseñanza secundaria, aunque colaboran en ocasiones en la organización son los motivadores en los centros y los encargados de realizar una primera selección. Ambos papeles se han complementado de forma satisfactoria hasta el momento. En las últimas 13 ediciones, han colaborado 172 profesores de enseñanzas secundarias.

Si comparamos las participaciones de los centros y de los profesores, hemos observado dos comportamientos diferentes que se muestran en la Figura 9. Por un lado, hay centros cuyas participaciones se corresponden de forma casi directa con las de un profesor de ese centro (puntos incluidos dentro del óvalo azul). En este caso podemos suponer que la iniciativa de motivar a los alumnos parte de un solo individuo. Pero hay otros centros con amplia participación donde no hay profesores que hayan asistido a tantas ediciones (puntos incluidos en el óvalo naranja). En este caso se puede deber a una filosofía del centro o bien a un trabajo en equipo del profesorado. Esta última situación se nos ha confirmado personalmente en algunos casos.

En cualquiera de las dos opciones, los profesores de enseñanza secundaria son los grandes motivadores de los alumnos para participar en estas actividades. Esto queda confirmado porque solamente hay 11 centros que hayan participado una sola vez con un solo alumno, que es el caso en que se puede suponer que la iniciativa haya partido del alumno.

Este número es demasiado pequeño si lo comparamos con el total de alumnos y centros participantes como para considerarlo más que una anécdota.

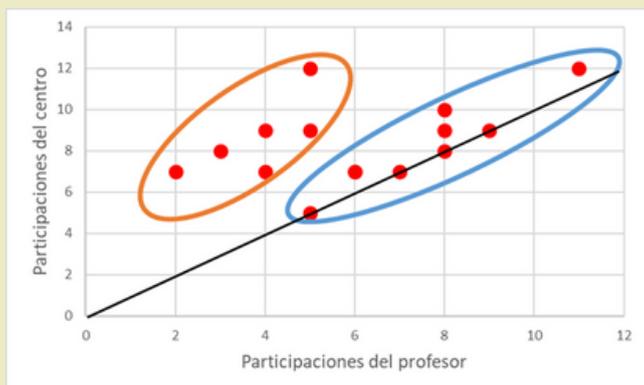


Figura 9. Relación entre la participación de los profesores y del centro correspondiente.

Los ganadores

Un total de 38 alumnos han participado en la fase nacional al haberse clasificado en la fase local de las Olimpiadas de Química, pertenecientes a 22 centros distintos lo cual supone una amplia distribución. En la Figura 10 se muestra la relación entre los alumnos presentados por cada centro y el número de alumnos clasificados para la fase nacional.

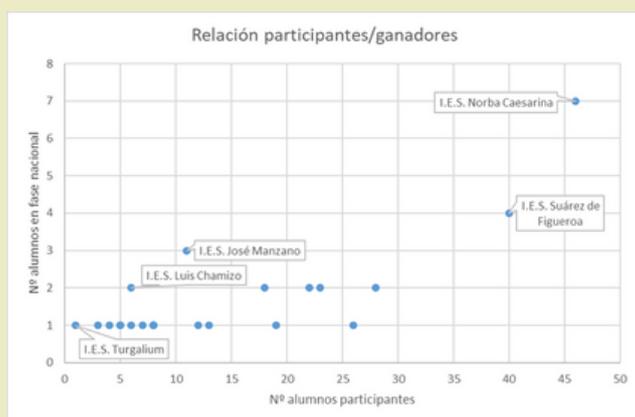


Figura 10. Relación entre alumnos participantes y alumnos clasificados.

Los dos centros con mayor número de alumnos participantes son también los que tienen más éxito. Pero no parece haber una relación directa entre ambos valores.

Por un lado, hay centros con numerosas participaciones que nunca han conseguido clasificar a un alumno. Y por otro lado, hay centros que con pocas oportunidades sí lo han conseguido. El caso extremo es el I.E.S. Turgalium que con un solo alumno consiguió clasificarse.

También debemos señalar que realizar un seguimiento del historial académico de estos alumnos es difícil de realizar por las leyes de protección de datos actuales.

Conclusiones

La Olimpiada de Química conecta los IES con la Universidad impulsando competencias del alumnado y del profesorado, proponiendo un desafío a jóvenes que comparten la motivación por el aprendizaje y también un reconocimiento público a su esfuerzo.

La coordinación con el CPR permite el reconocimiento de la actividad en términos de créditos de formación.

El alumnado recibe un enriquecimiento curricular que le confiere mayor seguridad en los procedimientos de trabajo exigidos en la PAU. También comparte una experiencia de convivencia con iguales, otros jóvenes con elevada motivación ante los estudios y similares inquietudes para el futuro.

La Universidad puede mostrar al alumnado su contexto de trabajo, afianzando vocaciones e intereses y proporcionándoles confianza en el inicio de sus estudios universitarios.

Diseño y aplicación de una metodología de gamificación para indagar sobre concepciones alternativas en Química Analítica

Clarisa Cienfuegos

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
*e-mail: clarisacien@yahoo.com.ar

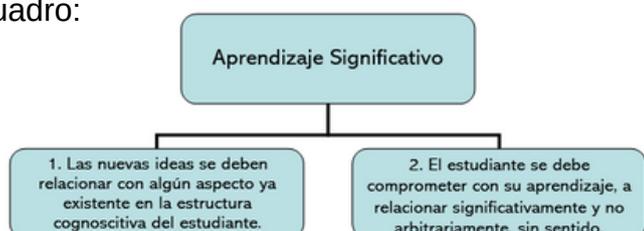
Resumen

A lo largo de nuestra práctica docente hemos observado en los estudiantes la presencia de concepciones alternativas, estas ideas previas incorrectas pueden ser un obstáculo epistemológico para el aprendizaje significativo. Por lo tanto en el presente trabajo se plantea el desarrollo, implementación y análisis de una nueva metodología que nos permita indagar y trabajar sobre los conocimientos previos de los alumnos al inicio del proceso, utilizando para ello la gamificación.

Introducción

Las ideas previas, concepciones espontáneas o concepciones alternativas (CA), constituyen el conjunto de ideas que poseen las personas para la interpretación de los fenómenos naturales [1], el inconveniente es que éstas pueden ser incorrectas desde el punto de vista del conocimiento o de los paradigmas científico predominante, ocasionando así obstáculos epistemológicos para poder acceder al aprendizaje significativo (AS) de los temas específicos [2].

La noción de AS fue elaborada por David Ausubel [3], el cual postula que se aprende relacionando conocimientos nuevos con conocimientos previos y de este modo, se construye el nuevo aprendizaje de carácter significativo. Para que esto ocurra, se requieren dos condiciones, planteadas en el siguiente cuadro:



En la primera condición, explicada por Ausubel [3] resume la importancia de conocer el estado del conocimiento de los aprendices, cuando en el epígrafe de su obra indica: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente".

Por lo tanto en este tipo de aprendizaje, es importante indagar previamente el estado de esos subsunsores, si es información aceptada como válida o si es una CA. Ya que a partir de esta estructura previa se formará el nuevo conocimiento. Estas CA, posiblemente existentes en la estructura cognitiva previa de los estudiantes, pueden llegar a ser los subsunsores erróneos a partir de los cuales el aprendizaje construido podrá ser erróneo del mismo modo. Siendo así necesario detectar estas CA y trabajarlas en consecuencia para permitir que se pueda llevar a cabo un correcto AS del tema en cuestión. Asimismo, la investigación en torno a las CA constituye desde hace un tiempo, un fructífero campo de investigación en la didáctica de las ciencias [4]. Puesto que el AS es el resultado de la interacción entre los conocimientos previos (subsunsores) del que aprende - pudiendo ser estos CA - y la nueva información que va a aprenderse, surgen los objetivos para este trabajo: desarrollo e implementación de una nueva metodología que nos permita indagar sobre la posible existencia de CA en los conocimientos previos de los alumnos al inicio del proceso.

Aplicado puntualmente a indagar en las CA específicamente en el tema de valoraciones por precipitación, ya que éstas suelen ser las primeras titulaciones estudiadas en Química Analítica (QA), por lo tanto introductorias y aplicables a los siguientes temas de análisis por valoración [5, 6]; utilizando como herramienta la gamificación [7].

Desarrollo

En este trabajo se realizó el análisis, diseño y aplicación de una gamificación (G) con el objetivo de detectar y trabajar CA en un curso universitario de QA aplicado al tema de valoraciones por precipitación.

Nuestra metodología consta de tres etapas:

En la primera los estudiantes diseñan las cartas para el juego: cortan el papel absorbente; le colocan unas gotas de los siguientes reactivos en concentración 0,1 M: a algunas Na_2CO_3 y a otras NaHCO_3 ; las dejan secar y las reservan para la experiencia. Luego cada grupo de tres integrantes escribe diez preguntas que serán secretas y a reservar.

En la segunda etapa, se lleva a cabo la explicación, el simulacro de la experiencia, y finalmente se explican las dudas que puedan surgir.

En la tercera etapa se realiza la gamificación por competencia. En donde se enfrentan en desafío de a dos grupos, un grupo toman una carta y la revelan con indicador fenolftaleína, si se observa incolora dice “mala suerte”, entonces el grupo contrincante es habilitado a sacar otra carta y a revelarla con el mismo indicador, si se observa color fucsia, dice “buena suerte”, y tiene derecho a realizarle una de las preguntas reservadas en la etapa 1 a su competidor, la respuesta de éste es presentada, analizada y debatida significativamente por la clase, si es correcta suma un punto para ese grupo, si es incorrecta resta un punto. El grupo que gana esa ronda es el primero que llega a reunir los tres puntos. Los grupos ganadores siguen jugando hasta que surge el primer, segundo y tercer puesto, que son los que acceden a sus premios.

El nombre del juego es “Buena suerte, mala suerte”, haciendo referencia a una posible CA que puede existir si no se cuenta con la información científica del fenómeno químicos que provoca el cambio de color del indicador y se lo atribuye solo a la “suerte”.

Durante el desarrollo de la experiencia se procedió a tomar nota de los CA detectadas en los estudiantes. Al finalizar la experiencia de gamificación se realizó una encuesta optativa utilizando un formulario de google. Luego de culminado el proceso se llevó a cabo una evaluación.

De la experiencia obtuvimos los siguientes resultados. En este proceso hemos logrado el desarrollo e implementación de una nueva metodología que nos permitió indagar sobre la existencia de CA en los conocimientos previos de los alumnos al inicio del proceso. Se logró la participación activa y voluntaria del 98 % de los estudiantes. De la encuesta realizada a los estudiantes al finalizar la experiencia de gamificación: obtuvimos que el 100 % de los estudiantes participantes manifestó sentirse motivado a estudiar significativamente, el 90 % manifestó que sintió voluntad y responsabilidad para cumplir con el compromiso asumido por el grupo; el 98 % manifestó sentir satisfacción en este proceso. Luego de la evaluación llevada a cabo obtuvimos un incremento de un 87 % en los aprobados respecto del año anterior. Los cuales se pueden ver en la siguiente tabla.

Indicadores en los estudiantes	Porcentaje de estudiantes
Participación activa y voluntaria	98%
Motivados a estudiar significativamente	100%
Voluntad y responsabilidad	90%
Satisfacción en el proceso	98%
Incremento de aprobados	87%

Conclusiones

Se logró llevar a cabo el diseño, desarrollo y aplicación de una metodología aplicando una dinámica de gamificación, a través de la cual se pudo detectar la existencia de CA en los estudiantes [6] y trabajar significativamente sobre ellas, estimulando el aprendizaje significativo en nuestros alumnos. Los favorables resultados obtenidos nos llevan a continuar investigando y desarrollando estrategias para trabajar en las CA dentro del marco de AS.

Bibliografía

- [1] Matute, S. Concepciones de los estudiantes sobre las sustancias ácidas y básicas. *Educación y humanismo* 13.21 (2011): 17-33.
- [2] Bachelard, G. *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI editores. Buenos Aires, 2007.
- [3] Ausubel, D.P. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de *Educational psychology: a cognitive view*.
- [4] Raviolo, A. y Martínez Aznar, M. Una revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. *Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas*. *Educación Química* 14 (2003) 60-65.
- [5] Skoog, D. A.; Holler, F. J.; Crouch, S. R.; West, D. M. *Fundamentos de Química Analítica*. México, 2015.
- [6] Cienfuegos C. Obstáculos epistemológicos en Química Analítica, el caso de las curvas de valoración por precipitación. Libro digital: 8° Congreso Uruguayo de Química Analítica, Montevideo, Uruguay, 2024, 148-149.
- [7] Rodríguez, C. A. C. *Revista electrónica de tecnología educativa* 63 (2018): 29-4.

La tinta invisible una Aproximación a la química en contextos de la escuela rural

Nina María Sánchez Ramírez*

Universidad Cuauhtémoc Educación a Distancia. Aguas Calientes. Ciudad de México

nina.sanchez@usco.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta una experiencia a partir de una estrategia didáctica desarrollada en la Institución Educativa Cristóbal Colón, ubicada en el centro poblado Río Negro del municipio de Íquira en el Departamento del Huila en Colombia, mediante el taller La tinta invisible de vincula de manera interdisciplinar las artes plásticas con la ciencia “química”, a través de la experimentación con materiales caseros como leche, papel y fuego, abordando fenómenos de energía y combustión. Se fomenta la curiosidad científica en estudiantes de primaria, mediante un enfoque lúdico y experimental que vincula los saberes de la escuela con su entorno.

El taller se organizó en torno a preguntas como: ¿Por qué se revela la imagen con fuego?, ¿Qué es el calor?, ¿Qué condiciones permiten que algo se quemé? A partir de estas, se introdujeron conceptos como energía, reacciones químicas, temperatura y combustión. Los estudiantes realizaron dibujos de plantas locales usando leche como tinta invisible, revelada luego por calor, observando cómo el compuesto orgánico se oxidaba y oscurecía. En contraste, se intentó el mismo proceso con agua, sin resultados visibles, lo que permitió comparar sustancias orgánicas e inorgánicas y reflexionar sobre el carbono en la combustión.

Para evaluar el impacto, se aplicó una encuesta a 20 estudiantes de cuarto grado (8 a 10 años). El 80 % manifestó gusto por las ciencias naturales y el 100 % por las artes plásticas. El 70 % identificó condiciones para la combustión, y sus respuestas evidenciaron una comprensión empírica del fuego y el calor.

Esta experiencia confirma el valor pedagógico de estrategias interdisciplinarias y contextualizadas al aprendizaje de las ciencias, especialmente en contextos rurales con recursos limitados, donde la creatividad y el vínculo con lo cotidiano se convierten en potentes herramientas educativas.

Introducción

El aprendizaje de las ciencias naturales desde la química en un contexto rural puede llegar a enfrentar desafíos estructurales y pedagógicos. Entre ellos destacan la escasa disponibilidad de laboratorios, la falta de materiales experimentales y una oferta metodológica que, en muchos casos, no dialoga con las realidades sociales y culturales del entorno. Esta situación se manifiesta especialmente en instituciones como la IE Cristóbal, donde los docentes se ven desafiados a diseñar estrategias didácticas innovadoras, pertinentes y contextualizadas.

Estudios recientes proponen enfoques interdisciplinarios que resignifican los procesos de aprendizaje de las ciencias desde perspectivas creativas. Según Millar y Dillon (2025), uno de los caminos más prometedores para fortalecer la alfabetización científica consiste en conectar los contenidos escolares con experiencias prácticas, estéticas y culturales, así se puede llegar a promover la motivación y el sentido del aprendizaje. En este sentido, la interrelación de la ciencia, el arte y otras disciplinas como herramienta de comprensión científica ha cobrado protagonismo, especialmente dentro del enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), reconoce el valor de la interdisciplinariedad para construir conocimiento científico.

Autoras como Henriksen et al. (2021) destacan que las experiencias educativas que incorporan elementos artísticos fomentan una comprensión más profunda y emocional del mundo natural, promoviendo conexiones significativas entre teoría y la experiencia. De igual modo, Niu y Cheng (2022) evidencian que los talleres creativos en ciencia y arte promueven aprendizajes duraderos, beneficiando especialmente a niños y niñas en contextos rurales y comunidades en situación de vulnerabilidad.

La educación científica, no solo se debe limitar a la transmisión de contenidos, sino que puede llegar a trascender a una práctica dialógica, situada y culturalmente relevante. En esta perspectiva, Adúriz-Bravo e Izquierdo (2009) proponen que los recursos didácticos en educación primaria desde la modelización y desde la perspectiva epistemológica permite reinterpretar fenómenos naturales como la combustión desde dimensiones sensoriales y emocionales. La propuesta entiende la ciencia no como un saber frío o abstracto, sino como una forma de conocer el mundo que involucra afectos, imaginación y creatividad.

Asimismo, Puig y Jiménez-Aleixandre (2009) resaltan la importancia de la argumentación en el aula de ciencias, y cómo los entornos basados en problemas contextualizados, con espacios para la formulación de hipótesis y análisis de evidencias, fortalecen las competencias científicas desde edades tempranas.

Desde esta perspectiva se desarrolla el taller La tinta invisible, una experiencia interdisciplinar que articula arte y ciencia para abordar conceptos como calor, temperatura, combustión y reacciones químicas a través de una experiencia con la leche y papel. La pregunta orientadora es:

¿La implementación de una estrategia didáctica basada en talleres creativos de arte y ciencias naturales fortalece las competencias científicas en estudiantes de educación básica primaria? La experiencia fue aplicada a estudiantes de cuarto grado, quienes participaron activamente en una secuencia experimental basada en la

observación, el juego simbólico y el análisis colectivo. Los resultados, detallados más adelante, aportan evidencia sobre el valor pedagógico de las experiencias creativas y contextualizadas en el aprendizaje de las ciencias en zonas rurales.

Contexto de implementación

La estrategia didáctica se desarrolló en el centro poblado Río Negro, ubicado en el municipio de Íquira, al occidente del departamento del Huila, Colombia. Esta comunidad rural hace parte de la jurisdicción de la Institución Educativa Cristóbal Colón, una escuela con siete sedes dispersas en zonas de difícil acceso geográfico, donde predominan caminos no pavimentados y limitadas condiciones de conectividad.

Río Negro es una zona históricamente afectada por el conflicto armado colombiano, lo cual ha restringido de manera significativa las oportunidades educativas, sociales y económicas de sus habitantes. Pese a estas condiciones, en la sede principal de la institución, donde se realizó la experiencia, se observa una gran disposición por parte de estudiantes, docentes y familias para participar en propuestas pedagógicas innovadoras.

Un rasgo distintivo del territorio es su riqueza cultural, producto de la convivencia entre población mestiza e indígena del pueblo Nasa Yuwe, que ha conservado prácticas ancestrales, cosmovisiones y formas de relación con la naturaleza. Esta diversidad étnica y cultural ofrece un escenario propicio para diseñar estrategias educativas que reconozcan los saberes locales y promuevan el diálogo entre el conocimiento científico y los saberes tradicionales.

Diseño e implementación del taller “La tinta invisible”

La estrategia didáctica interdisciplinaria se centró en el desarrollo del taller “La tinta invisible”, estructurado para articular saberes de las ciencias naturales y las artes plásticas. La propuesta fue implementada con 20 estudiantes de cuarto grado de la Institución Educativa Cristóbal Colón, sede Río Negro (Íquira, Huila).

Estrategia didáctica

El taller se diseñó en torno a una experiencia lúdico-experimental con los siguientes pasos:

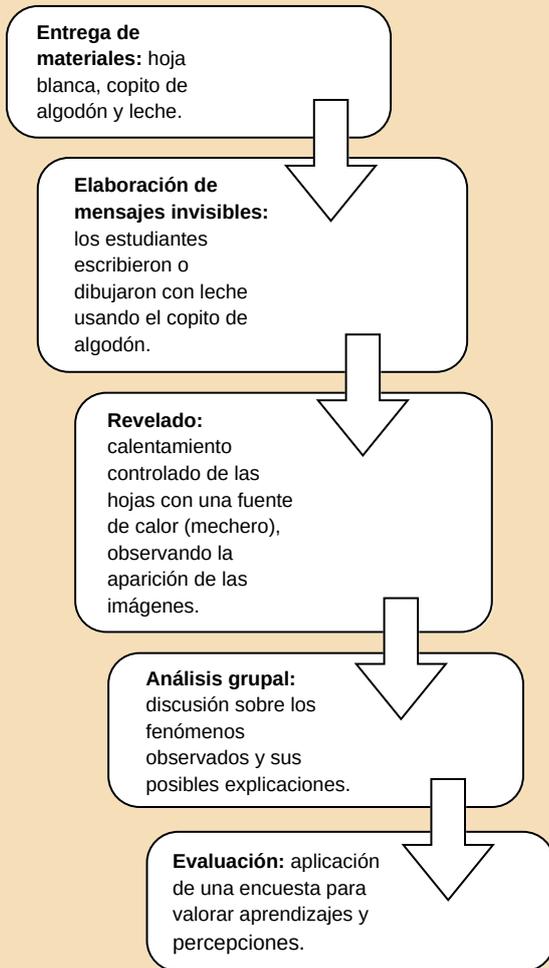


Imagen 1 Momentos de la estrategia Didáctica
Nota: Elaborado por la autora

La imagen 2 documenta un momento clave del desarrollo del taller La tinta invisible, llevado a cabo en la sede principal de la Institución Educativa Cristóbal Colón, centro poblado Río Negro (Íquira, Huila). En la imagen se observa la participación activa de los estudiantes de cuarto grado durante la fase experimental, en la cual aplican calor a las hojas para revelar sus mensajes escritos con leche.

Esta escena ilustra no solo la apropiación del conocimiento científico a través de la práctica, sino también el entusiasmo con el que los niños y niñas se involucran en experiencias significativas, a pesar de las limitaciones propias de un contexto rural y afectado por el conflicto armado.

La fotografía es evidencia del potencial pedagógico de las metodologías creativas e integradoras, especialmente en territorios con riqueza cultural y diversidad étnica.



Imagen 2 Registro visual de la implementación del taller
Nota: : Fotografía propia

Con el propósito de evaluar el impacto del taller La tinta invisible en la comprensión de conceptos científicos y artísticos, se aplicó una encuesta estructurada a 20 estudiantes de cuarto grado. El instrumento combinó preguntas cerradas y abiertas, abordando aspectos como la comprensión de contenidos, la integración entre arte y ciencia, el disfrute por las asignaturas y la seguridad al realizar actividades prácticas. A continuación, se presenta la estructura del cuestionario utilizado:

Categoría	Preguntas del instrumento
Datos generales	Nombre, Edad, Género, Lugar de nacimiento, Ciudades donde has vivido
Comprensión académica	¿Qué tan bien entiendes los conceptos de ciencias naturales que se enseñan en clase? ¿Qué tan bien entiendes las técnicas de artes plásticas que se enseñan en clase?
Ejemplos de aprendizaje	¿Puedes dar un ejemplo de un concepto científico que hayas aprendido recientemente? ¿Puedes dar un ejemplo de una técnica de arte que hayas aprendido recientemente?
Percepción e interés	¿Te gustan las ciencias naturales? ¿Cuánto disfrutas las clases de ciencias naturales? ¿Te gustan las artes plásticas? ¿Cuánto disfrutas las clases de artes plásticas?
Actividades extracurriculares y hábitos	¿Cuántas horas a la semana dedicas a estudiar ciencias naturales? ¿Participas en actividades extracurriculares relacionadas con la ciencia o el arte? ¿Cuántas veces a la semana realizas actividades creativas (como dibujar, pintar, etc.)?
Integración arte-ciencia	¿Te gustaría aprender ciencias naturales a través de actividades artísticas? ¿Crees que las actividades artísticas pueden ayudarte a entender mejor los conceptos científicos?
Comprensión del experimento	¿Por qué crees que se pudo revelar la imagen? ¿Por qué algunas imágenes se demoraron más que otras en revelarse? ¿Crees que se puede hacer el mismo ejercicio con agua? ¿Por qué los objetos se queman? ¿Cuáles son las condiciones para que un objeto se queme?
Conceptos científicos clave	¿Qué es el calor? ¿Qué es la temperatura? ¿Qué es la energía? ¿Qué es la combustión? ¿Qué es la fotosíntesis?

Tabla 1 Preguntas del Instrumento aplicado
Nota: Elaborado por la autora

Explicación científica del fenómeno

Las imágenes ocultas elaboradas con la leche se revelan al aplicar calor, debido a la carbonización de los compuestos orgánicos presentes en esta sustancia, principalmente azúcares y proteínas. Al ser calentados, estos compuestos sufren una transformación química que produce un pardeamiento visible, lo que da lugar al efecto de “tinta invisible”. Este fenómeno corresponde a una combustión incompleta, en la que el material orgánico no se consume totalmente, pero sí se oxida, generando residuos oscuros perceptibles sobre el papel.

Resultados de la encuesta aplicada (n=20)

Se aplicó una encuesta estructurada que integró preguntas cerradas y abiertas para valorar aprendizajes, percepción del taller y comprensión de conceptos científicos y artísticos. Los resultados más relevantes se presentan en la siguiente tabla:

Ítem evaluado	Porcentaje (%)
Disfrutan las ciencias naturales	80
Disfrutan las artes plásticas	100
Identifican condiciones para la combustión (calor, sequedad)	70
Asociaciones empíricas sobre fuego y calor	85

Tabla 2 Principales hallazgos obtenidos a partir de la encuesta
Nota: Elaborado por la autora

Respuestas destacadas de los estudiantes incluyeron expresiones como:

- “La leche se quema.”
- “La mechera está caliente.”
- “Se revela con el fuego.”

Estas afirmaciones evidencian una comprensión del fenómeno observado, mostrando la apropiación inicial de conceptos científicos a través de la experiencia directa.

Pregunta	Respuesta esperada	Fundamento teórico
¿Por qué se reveló la imagen?	Porque los compuestos orgánicos de la leche (azúcares y proteínas) se carbonizan al ser calentados, generando manchas oscuras.	Reacción de combustión incompleta inducida por calor.
¿Por qué algunas imágenes tardaron más en revelarse?	Por diferencias en la cantidad de leche, el tipo de papel o la intensidad del calor aplicado.	Transferencia desigual de calor y variación del reactivo.
¿Se puede hacer el mismo experimento con agua?	No, porque el agua no contiene compuestos orgánicos que se carbonicen al calentarse; simplemente se evapora.	El agua es un compuesto inorgánico estable sin residuos carbonizables.

Tabla 3 Análisis de respuestas a preguntas Científicas
Nota: Elaborado por la autora

En la imagen 3 se presenta la representación esquemática de las diferencias en la composición química entre el agua (H₂O) y la leche, destacando la presencia de compuestos orgánicos como azúcares, grasas y proteínas en esta última, lo cual permite su carbonización al aplicar calor.

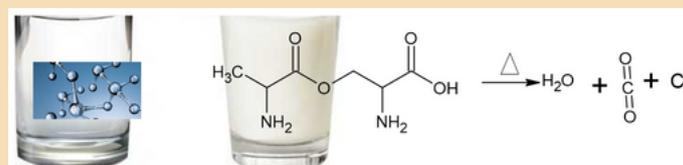


Imagen 3 Comparación de la composición química del agua y la leche
Nota: Elaboración propia de la autora mediante el software ChemSketch

¿Por qué los objetos se queman?

Porque contienen materiales combustibles que reaccionan con el oxígeno cuando se alcanza una temperatura de ignición.

Teoría: proceso de combustión, que es una reacción química exotérmica (Quiroga, 2015).

¿Cuáles son las condiciones para que un objeto se quemé?

- Presencia de un combustible (algo que se pueda quemar)
- Presencia de oxígeno
- Fuente de calor o ignición

Teoría: Triángulo del fuego (González Benavidez, 2022)

tener muchos palos o papeles para poder que se quemen mas
fuego
fuego el sol
objeto se esta quemando
seco
marcas unos pueden volger a su color no pueden porque uno
seca
seco
fuego
seca
tenerlo arto rato en el fuego
tener muchos palos o papeles para poder que se quemen mas
fuego
fuego el sol
objeto se esta quemando

Imagen 4 Respuestas de los estudiantes sobre las condiciones necesarias para generar fuego
Nota: Resultado del instrumento aplicado.

Definiciones y fundamentos científicos abordados

Durante el taller, los conceptos científicos trabajados se relacionaron con explicaciones accesibles y modelos teóricos básicos (Moran, 2020):

¿Qué es el calor?

Es la transferencia de energía térmica de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura.

Teoría: segunda ley de la termodinámica, calor como forma de energía en tránsito (Quiroga, 2015).

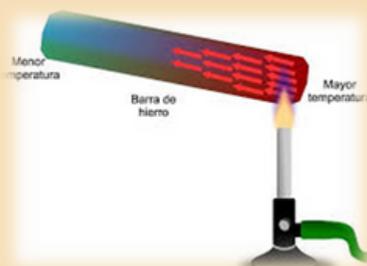


Imagen 5 Transferencia de calor

Nota: Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia CC BY-NC

¿Qué es la temperatura?

Es una medida de la energía cinética promedio de las partículas de un cuerpo.

Teoría: concepto termodinámico fundamental relacionado con el estado térmico de la materia (Hibbeler, 1996).

¿Qué es la energía?

Es la capacidad de producir trabajo o cambio, y puede manifestarse en muchas formas (térmica, cinética, química, etc.).

Teoría: principio de conservación de la energía (Quiroga, 2015).

¿Qué es la combustión?

Es una reacción química rápida entre un combustible y el oxígeno, que genera calor y, a menudo, luz.

Ejemplo: quemar papel con leche. (García Molina, 2011)

¿Qué es la fotosíntesis?

Es el proceso mediante el cual las plantas convierten la energía solar en energía química, utilizando dióxido de carbono y agua para formar glucosa y liberar oxígeno.

Teoría: proceso bioquímico esencial para la vida en la Tierra (Raven, 2014).

¿Qué es el calor?	¿Qué es la temperatura?	¿Qué es la energía?	¿Qué es la combustión?	¿Qué es la fotosíntesis?
es a calor y uno no se aguanta	caliente	fuerte	leche se quema	es como se alimenta por
amarillo	caliente	fuerte	leche se quema	es como se alimenta por
calor que hace el sol el agua			flor	
sale el sol y se que temperatura esta a 100 gra	luz		mar	agua
fuego	calor	luz	fuego	lluvia y sol
algo caliente	mide la temperatura el sol	corriente	gasolina o gas	son como se alimentan
acelera el carro	fiebre	ser agil	juego	plantas
fuego	calor	gas	gasolina o gas	lluvia y sol
calor	cuando se tiene ganas	gasolina	lluvia y sol	
cuando hace mucho saber si tiene fiebre	cuando esta feliz	quemar cosas	agua el sol y la lluvia	
cuando aparece el : indica cantidad de calor	luz	fuego	plantas	
es a calor y uno no se aguanta		juego		
amarillo	caliente	fuerte	leche se quema	es como se alimenta por
calor que hace el sol el agua		flor		
sale el sol y se que temperatura esta a 100 gra	luz	mar	agua	

Imagen 6 Resultados generales del instrumento aplicado
Nota: Elaboración propia a partir del instrumento de evaluación.

Conclusiones

- La interdisciplinariedad entre el arte y la ciencia, propuesta en el taller La tinta invisible, propicia una comprensión significativa de algunos conceptos científicos como la combustión y el calor en estudiantes de contextos rurales. El uso de materiales simples y de fácil acceso, junto con una

metodología experimental, favorece la apropiación activa del conocimiento científico y competencias en ciencia, mediante la experiencia directa, demostrando que es posible fomentar el pensamiento científico temprano.

- Esta estrategia didáctica interdisciplinar fortalece el vínculo entre competencias específicas desde un ámbito científico escolar y las vivencias cotidianas de los estudiantes, facilitando la construcción de explicaciones propias a partir del uso del conocimiento científico, fenómenos observables e indagación. Los resultados de la encuesta aplicada evidencian que una alta proporción del grupo logró identificar las condiciones básicas de la combustión y formular interpretaciones personales, lo cual respalda la eficacia de las prácticas pedagógicas contextualizadas como herramientas para el aprendizaje de las ciencias como aproximación a la química.

Agradecimientos

Estudiantes de los cursos de grado cuarto de la Institución Educativa Cristóbal Colón del centro poblado Río Negro en el municipio de Iquira Huila.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A. &.-A. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, (esp)*, 40-49. Recuperado en 23 de junio de 2025. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662009000100004&lng=es&tlng=pt
- Bravo, B. P.-A. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142. doi:[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30020-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X)

- García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. Obtenido de <https://rodin.uca.es/handle/10498/14541>
- González Benavidez, R. A. (2022). Programa para la prevención y control de los riesgos físicos ocupacionales; ruido, iluminación y temperatura, en el área operativa de la empresa Tres Erres SA Costa Rica para el año. Obtenido de <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/39c5db80-3077-4648-8605-316f0b8fb342/content>
- Henriksen, D. C. (2021). Creativity and technology in teaching and learning: a literature review of the uneasy space of implementation. *Education Tech Research Dev* 69, 2091–2108 (2021). doi:<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09912-z>
- Hibbeler, R. C. (1996). *Ingeniería mecánica dinámica*. Universitario, 82. Obtenido de <https://pearson.es/docs/default-source/espa%C3%B1afiles/cat%C3%A1logo-universidad-2015-low1fb56a8b436366b1aea8ff00004a2a88.pdf#page=84>
- Millar, V. P. (2025). The science curriculum: issues, tensions and future prospects. *International Journal of Science Education*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2504644>
- Moran, M. J. (2020). *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=oyt8iW6B4aUC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Moran,+M.+J.,+Shapiro,+H.+N.,+Boettner,+D.+D.,+%26+Bailey,+M.+B.+%20\(2011\).+Fundamentals+of+Engineering+Thermodynamics.+Wiley.&ots=9-K2yBI4EW&sig=lvRP7M7nvigkY7Sss0t40cw7JM4&redir_e](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=oyt8iW6B4aUC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Moran,+M.+J.,+Shapiro,+H.+N.,+Boettner,+D.+D.,+%26+Bailey,+M.+B.+%20(2011).+Fundamentals+of+Engineering+Thermodynamics.+Wiley.&ots=9-K2yBI4EW&sig=lvRP7M7nvigkY7Sss0t40cw7JM4&redir_e)
- Niu, W. &. (2022). Creativity and innovation in STEAM education. In *Frontiers in Education (Vol. 7, p. 1045407)*. Frontiers Media SA. doi:[10.3389/educ.2022.1045407](https://doi.org/10.3389/educ.2022.1045407)
- Quiroga, A. G. (2015). Casos de estudio de termodinámica: Solución mediante el uso de ASPENHYSYS. Universidad del Norte. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=UmamCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cengel,+Y.+A.,+%26+Boles,+M.+A.+%20\(2015\).+Termodin%C3%A1mica&ots=DFNeyrJpMo&sig=tyROwNoZL2MQn0bnpv-Wj-F3SQU&redir_esc=y#v=onepage&q=Cengel%2C%20Y.%20A.%2C%20%26%20Boles%2C%20M.%20A](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=UmamCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Cengel,+Y.+A.,+%26+Boles,+M.+A.+%20(2015).+Termodin%C3%A1mica&ots=DFNeyrJpMo&sig=tyROwNoZL2MQn0bnpv-Wj-F3SQU&redir_esc=y#v=onepage&q=Cengel%2C%20Y.%20A.%2C%20%26%20Boles%2C%20M.%20A)
- Raven, P. H. (2014). *Biología* (9.^a ed.). McGraw-Hill.

Evaluación en química: La importancia del diagnóstico.

Sandro J. González Lafarga^{1*} Sabrina Balda¹, Cinthia T. Lucero¹, Alejandro Ferrero¹, Marcela González¹.

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

*sandrogonzalez1962@hotmail.com

Resumen

Entendemos la evaluación como un proceso que tiene tres momentos muy importantes, la evaluación diagnóstica, la formativa y la final o sumativa. “La evaluación diagnóstica debe ayudar a mejorar la práctica docente y el desempeño de los estudiantes. Todas las etapas son necesarias y al mismo tiempo complementarias para una valoración global de los alumnos mediante instrumentos validos que permitan mensurar sus progresos.

Indagamos sobre las perspectivas de evaluación con que venían los alumnos del secundario en referencia a la universidad, cual es la metodología que utilizan para adquirir los conocimientos y si consideran a la evaluación como un método de aprendizaje. Nos encontramos con un 80 % de alumnos que considera ser evaluados con parciales y recuperatorios en momentos preestablecidos.

También realizamos una evaluación diagnostica, con distintos instrumentos que nos permitiera mensurar el punto de partida, al menos sobre algunos conceptos básicos, lo que nos deja claro el bajo nivel de los conceptos adquiridos y aun más claro, las dificultades a la hora de utilizar los conceptos.

Introducción

En Argentina, la escolaridad obligatoria abarca 13 años, desde los 5 años hasta la finalización de la educación secundaria. La educación superior no es obligatoria y por lo tanto su demanda depende de cada persona. Por esta razón es de esperarse que los estudiantes que van a ingresar a la universidad estén interesados en lo que van a estudiar y realicen una investigación previa del contenido de la carrera,

la salida laboral de la misma, las materias que van a cursar y la parte administrativa de la facultad a la que van a concurrir. Si bien en la escuela secundaria se elige una orientación, no es vinculante para la posterioridad de los estudios universitarios.

Del otro lado, los profesores universitarios dentro de cada materia generalmente tienen las metodologías de enseñanzas establecidas, independientemente de lo que para el alumno sea más conveniente o cómo, en el nivel secundario, los alumnos incorporan los conocimientos.

En nuestra provincia dentro de las escuelas públicas hay 2 grandes modalidades, las secundarias técnicas y las secundarias tradicionales con las diferentes orientaciones. Mientras que las escuelas privadas adoptan algunas de las orientaciones de las secundarias tradicionales. Además, como cuarta opción, se encuentra el colegio de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Dentro del programa educativo de la escuela secundaria de nuestra provincia tenemos las orientaciones en ciencias naturales que poseen 4 horas semanales de química en cuarto año, 3 horas semanales de química en quinto año y 4 horas semanales de química en sexto. El resto de las orientaciones que no son naturales tienen 4 horas semanales de química en quinto año (Ministerio de Educación, Gobierno de La Pampa).

En trabajos de investigación anteriores, nuestra cátedra se focalizó en estudiar diferentes métodos de enseñanza e intentar dilucidar cuales serían los más apropiados para mejorar la performance de los alumnos en el curso de Química I / Química General de la Universidad de la Pampa en las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Geología, Profesorado de Ciencias Biológicas, Profesorado

de Física y Licenciatura en Ciencias Biológicas. Luego de profundizar en los modelos de enseñanza y hacer varias reformas en el dictado de la cátedra, siempre intentando salir del modelo de enseñanza tradicional procurando una enseñanza con mayor participación de los alumnos, incursionamos en un proyecto de investigación en evaluación conscientes de que si cambiamos el modelo de enseñanza debíamos cambiar la evaluación. Si salimos del modelo tradicional deberíamos salir de las evaluaciones tradicionales.

Entendemos la evaluación como un proceso que tiene tres momentos muy importantes, la evaluación diagnóstica, la formativa y la final o sumativa. “La evaluación diagnóstica debe ayudar a mejorar la práctica docente y el desempeño de los estudiantes. Es una herramienta para reflexionar sobre las fortalezas y áreas de oportunidad de la práctica educativa, permitiendo tomar decisiones informadas para la mejora continua.” (Mejoredu, 2023).[1]. También (Díaz y Barriga, 2002) [2] coinciden en que la evaluación es un proceso fundamental en la enseñanza aprendizaje que según el momento en el que se implemente se pueden identificar tres tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa. Todas las etapas son necesarias y al mismo tiempo complementarias para una valoración global de los alumnos mediante instrumentos validos que permitan mensurar sus progresos.

Metodología

El primer día de clase del curso de ambientación, con los alumnos presentes y luego de realizar las presentaciones pertinentes se les realizó una encuesta para determinar dos parámetros importantes para nuestro trabajo. El primero de ellos consistía en indagar las perspectivas de evaluación con que venían los alumnos del secundario en referencia a la universidad, cual es la metodología que utilizan para adquirir los conocimientos y si consideran a la evaluación como un método de aprendizaje.

La segunda consigna era conocer el grado de conocimiento que los alumnos traían de la escuela secundaria. Las consultas fueron de temas presentes en los programas de todas las químicas de las diferentes orientaciones del nivel secundario de la provincia. Se utilizaron 3 consultas básicas (mol, disoluciones, densidad) y una más específica (importancia del litio). Cada pregunta tenía opciones de respuesta, las cuales debían marcar la que consideraban correcta y solo podían optar por una opción. Además, se consultó acerca del año de egreso del nivel secundario de los alumnos, si habían cursado previamente otra carrera y de qué lugar de la provincia (o fuera de esta) provenían los alumnos.

También con los alumnos ingresantes de diversas carreras, durante las actividades de ambientación trabajamos con distintas actividades de diagnóstico:

Actividad 1: Consultamos sobre el mol y la UMA. Lo hicimos con preguntas abiertas ¿Qué es el mol? ¿Qué es la UMA? y ¿qué los relaciona?

Actividad 2: Propusimos una actividad grupal sobre sustancias y mezclas.

La misma consistió en agruparlos en parejas y pedirles que conformen un listado de 10 sustancias, luego que intercambien con la pareja de al lado su lista de “sustancias” y que realicen una corrección calificando correctamente a las sustancias e incorrectamente si se trataba de una mezcla.

Actividad 3: Indagamos sobre qué es química mediante una actividad grupal colaborativa.

La actividad consistió en hacerles escribir las 10 primeras palabras que les surja al nombrar química.

Resultados:

De la encuesta:

Participaron un total de 65 alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Licenciatura en Geología, Profesorado de Ciencias Biológicas, Profesorado de Física y Licenciatura en Ciencias Biológicas,

de los cuales todos respondieron todas las consultas realizadas. Del total de los encuestados 44 (67.7%) habían egresados el año anterior (2024), mientras que 12 (18.5%) lo habían hecho en el año 2023 y 2 (3.1%) alumnos aún no se han recibido. El resto de los alumnos (7; 10.7%) se recibieron entre el 2014 y el 2020.

Al analizar la procedencia de los alumnos, nos encontramos que 31 (47.7%) son de Santa Rosa, la capital de la provincia, 9 alumnos (13.8%) son de Toay, una ciudad a 8 km de Santa Rosa, mientras que el resto de los alumnos son de otras ciudades de La Pampa, algunas de Buenos Aires, San Luis y Corrientes, otras provincias de la Argentina.

Por último, nos interesó saber si la carrera a la que se habían inscripto era su primera opción o anteriormente se habían inscripto en otra. En el 78.5% (51 alumnos) de los encuestados era su primera opción, mientras que el resto si se habían inscripto o cursado otras carreras, de las cuales Abogacía y Medicina Veterinaria fueron las más elegidas.

De la actividad 1:

Realizamos el estudio con 68 alumnos durante el primer día de clase, les dimos unos minutos para responder aclarando que no pretendíamos una respuesta exacta, que necesitábamos una idea del conocimiento respecto de los conceptos. Obtuvimos un 2,94 % de respuestas correctas, un 13,2 % manifestaron una idea media, mientras que 16,2 % manifestaron una idea regular, un 27,96 % con una muy vaga idea y 39,7 % respondió no conocer esos conceptos.

De la actividad 2:

También fueron 68 alumnos. Listado de sustancias de los alumnos ingresantes al profesorado y licenciatura en química: Oxígeno, agua, ácido clorhídrico, amoníaco, dióxido de carbono, ácido hialurónico, cobre, alcohol, aluminio, bicarbonato de sodio, ácido salicílico, cobalto, agua destilada, argón, ozono, oro, mercurio, helio, cromo, magnesio, bromo, azufre, yodo, litio, sodio, cloro, hidrógeno, fósforo, nitrógeno.

Sustancias según los alumnos ingresantes de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Geología, Profesorado de Ciencias Biológicas, Profesorado de Física y Licenciatura en Ciencias Biológicas: Agua, aire, dióxido de carbono, oro, acetona, cobre, oxígeno, sal, granito, glucosa, sodio, hidrógeno, sangre, petróleo, ácido, baba, vinagre, aceite, alcohol, nafta, lava, cloro, yodo, aluminio, azúcar, ácido sulfúrico, ácido cítrico, soda caustica, formol, glucosa, metano, etanol, acetona, hipoclorito de sodio, flúor, potasio, colorantes, tierra, ácido ascórbico, helio, acero, néctar, leche, sal marina, rubí, pintura, aerosoles, lavandina, jabón, detergente.

De la actividad 3:

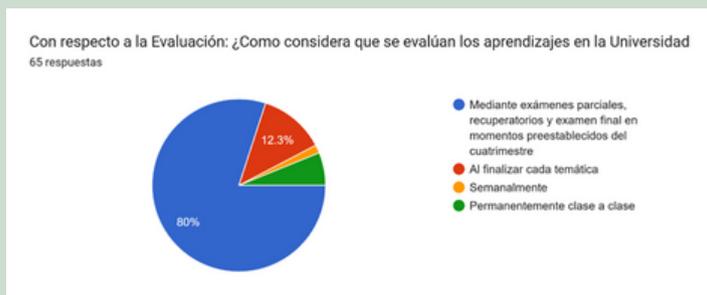
Los alumnos del Profesorado y Licenciatura en química seleccionaron: materia, elemento, estructura, orgánica, compuesto, estado, propiedades, natural, inorgánico, célula, transformación, unión, analítica, sociedad, economía, avance, vida, química física, química biológica, orgánica, analítica, laboratorio, reacciones, comparativa, evolutiva, adaptable, exacta, amplia, ambiental, omnipresente, estudio y experimentos.

Las palabras de los alumnos de otras carreras: Ciencia exacta, reacciones, materia, tabla periódica, composición, estructura, compuestos, moléculas, aleaciones, laboratorio, neutrones, protones, reactivos, sustancias, mezclas, elementos, cargas, mol, fusión, transformación, enlaces, estado, núcleo, energía, electrones, protones, aniones, ciencias naturales, partículas, estados de la materia, átomos.

Análisis de los resultados:

Luego de analizar las 65 respuestas de las encuestas podemos considerar que el 80% cree que serán evaluados en la Universidad a través de exámenes parciales, recuperatorios y examen final en momentos preestablecidos del cuatrimestre y un 12% considera ser evaluado al finalizar cada tema.

En las preguntas abiertas las respuestas más repetidas fueron que les gustaría ser evaluados por exámenes escritos y algunos casos evaluar lo trabajado en clase. Lo que evidencia un fuerte arraigo, durante el cursado de la educación obligatoria, de las clásicas evaluaciones contenidistas y que tiene una calificación numérica.



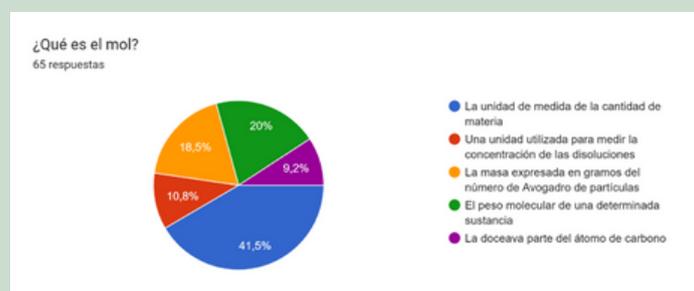
Por otro lado, el 40% reconoce que la forma más fácil de apropiarse los contenidos es “escuchando en clase, resolviendo actividades propuestas, ampliando mediante lecturas complementarias, investigando, realizando trabajos colaborativos con otros”. Un 29,2% optó por la opción de “escuchando en clase, resolviendo actividades propuestas, ampliando mediante lecturas complementarias, investigando”. Un 20% consideró que “escuchando en clase, resolviendo actividades propuestas, ampliando mediante lecturas complementarias”. Y el resto optó por la explicación docente y la resolución de actividades propuestas.



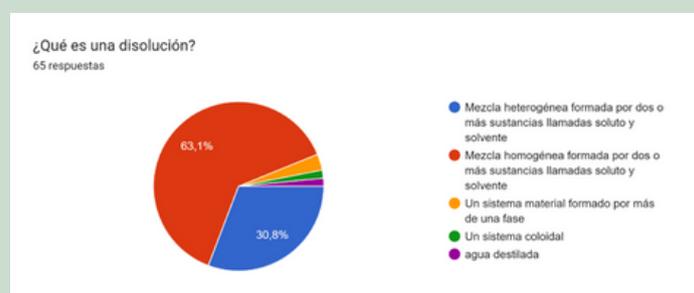
Y en la última respuesta abierta casi la totalidad coincide con que la evaluación es una instancia significativa de aprendizaje, para ellos no es solo una instancia para aprobar sino para que ellos mismos midan cuánto aprendieron.

CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA SECUNDARIA

Cuando analizamos las 4 preguntas conceptuales, nos encontramos que en la consulta de los conocimientos acerca del mol, sólo el 41,5% de los alumnos respondieron adecuadamente.



Al analizar las respuestas acerca de los conocimientos de la definición de disolución, nos encontramos que un número mayor de alumnos (63.1%) tenía conocimientos del concepto.



Lo mismo que con el concepto de disolución, al consultarle la importancia del litio un porcentaje alto (69.2%) tenía claro para que se utiliza el metal.

Sin embargo, al analizar los conocimientos acerca de la densidad, nos encontramos con porcentajes similares entre todas las respuestas, dando indicio a que es un concepto que no lo pudieron adquirir de manera generalizada en el nivel secundario.



Análisis de los resultados de la actividad 1:

Los resultados nos evidencian un claro desconocimiento y nos dejan una gran tarea por delante para lograr la interpretación de estos conceptos sumamente importantes para la enseñanza de la química. Así mismo nos dan la claridad que son conceptos esquivos, de alta dificultad de aprender y aplicar para el alumnado ya que observamos en un estudio realizado por Strömdahl y otros [3] sobre el concepto de mol entre profesores arrojó el increíble resultado de que sólo un 10,7 % asociaba mol a unidad de cantidad de sustancia, siendo mayoritaria la opción que lo identificaba con el Número de Avogadro, (el 60,7 %) o con la masa (el 25%). Ante estos resultados debemos interpretar que nuestra elección de preguntas no iba a permitir ser tan objetivos ya que el mencionado estudio demuestra que es un concepto esquivo inclusive para los "especialistas".

Análisis de los resultados de la actividad 2:

Se notó una marcada diferencia en la selección realizada por los estudiantes de química, donde se evidenció un claro conocimiento del concepto sustancia y la diferencia con una mezcla, en relación con la realizada por los estudiantes de otras carreras que presentaron muchos ejemplos de mezclas confundiéndolas con sustancias y muchos nombres genéricos como sal, azúcar, aceite, ácido, alcohol, etc. otorgados a una sola sustancia.

El concepto sustancia, es de importancia en la enseñanza- aprendizaje de la química debido a que es un concepto estructurante del cual se derivan otros tales como; compuesto o cambio químico, por tal sentido se debe tener mucha claridad para así poder avanzar y comprender otros conceptos de manera significativa evitando las confusiones conceptuales, ya que la enseñanza del concepto sustancia se queda en definiciones aisladas, descontextualizadas de la parte experimental (Antonilez 2012) [4].

Análisis de los resultados de la actividad 3:

En principio los docentes hicimos el ejercicio y seleccionamos nuestras primeras diez palabras: Átomo, molécula, mol, tabla periódica, elemento, número atómico, materia, reacción, reactivos y productos.

Para sorpresa del grupo de profesores estuvieron mucho más cerca de nuestras palabras los alumnos de otras carreras que los futuros químicos que nombraron palabras como economía, sociedad, vida, evolutiva, adaptable, amplia, omnipresente por mencionar algunas de las palabras seleccionadas.

La actividad concluyo definiendo la química y analizando la importancia de estudiar química para cada una de las carreras que seleccionaron los alumnos.

Discusión

Según el reglamento universitario (y lo que el 80% de los alumnos esperan) el procedimiento para la regularización de una materia establece que los estudiantes deben aprobar dos exámenes parciales prácticos o sus respectivas instancias de recuperación. Dichos exámenes se programan para realizarse, uno, durante la primera mitad del cuatrimestre, y el otro, cerca del término de este. Para aquellos estudiantes que no logren aprobar uno de estos exámenes parciales y su recuperatorio, se ofrece una tercera instancia denominada "examen adicional". Finalmente, para obtener la aprobación definitiva de la materia, los estudiantes deben presentarse a un examen

final, que puede ser oral o escrito, en el cual se evaluarán los conocimientos teóricos adquiridos durante la cursada.

De esta manera solo estamos teniendo en cuenta la evaluación sumativa, la cual tiene un carácter formal y retrospectivo, viéndolo desde el proceso final y que sanciona lo que ha ocurrido. Es una evaluación estandarizada, cuantitativa y que emplea técnicas e instrumentos de evaluación rudimentarios y reduccionistas. Su finalidad principal es servir a la selección y jerarquización de alumnos según los resultados numéricos logrados y que no contempla el punto de partida de los alumnos ni tampoco el tiempo de aprendizaje de cada uno. Al respecto coincidimos con Neus Sanmartí Puig [5] cuando se pregunta ¿Por qué creer que el principal objetivo de la evaluación es solo conocer los resultados del aprendizaje y, en cambio, no pensar en la evaluación como la actividad que lo impulsa y favorece que sea de más calidad? En el contexto actual, marcado por el avance tecnológico y la disponibilidad de una amplia gama de información sobre educación, resulta imperativo reconocer la limitación de las evaluaciones sumativas como único medio para medir el aprendizaje de los estudiantes. Dichos exámenes, por su propia naturaleza, son inherentemente imperfectos y no logran capturar la complejidad total del proceso educativo. Además, es crucial considerar que cualquier proceso evaluativo está influenciado por las formaciones académicas de los docentes, las estrategias de enseñanza empleadas y el entorno escolar y social en el que se desarrolla dicho proceso.

Por tanto, es necesario adoptar un enfoque más equilibrado que incorpore tantas evaluaciones sumativas como formativas. Las evaluaciones formativas, que se llevan a cabo de manera continua durante el proceso de aprendizaje, ofrecen una visión más completa y precisa del progreso de los estudiantes, permitiendo identificar áreas de mejora de manera oportuna y proporcionando retroalimentación constructiva para impulsar el desarrollo académico.

Además, estas evaluaciones consideran la diversidad de contextos educativos y las diversas formas de aprendizaje, lo que contribuye a una evaluación más justa y equitativa de los estudiantes. En resumen, adoptar un enfoque evaluativo más amplio y diversificado es fundamental para promover una educación de calidad y centrada en el estudiante en el mundo contemporáneo.

Los exámenes son necesarios, pero no como fin último, sino también como parte del aprendizaje, ya que son las evaluaciones formativas las que permiten a cada estudiante hacer una reflexión sobre como esta su propio proceso de aprendizaje.

En la cátedra, desde hace 15 años trabajamos en investigación en educación en química pasando por distintos proyectos, como la incidencia del modelo didáctico en los aprendizajes y ahora la evaluación, cosa que nos hace realizar un seguimiento de nuestra cátedra en cuanto al rendimiento de los alumnos de primer año de universidad, de varias carreras que cursan pocas químicas, siendo nuestra cátedra una química general con muchos contenidos y con solo un cuatrimestre para el desarrollo.

En el transcurrir de los años hemos pasado por la importancia del laboratorio en la enseñanza de la química, implementando laboratorios en todas las temáticas, por la incorporación de las Tics y las simulaciones, por el ensamble de las clases tratando de no compartimentar las clases teóricas, prácticas de aula y prácticas de laboratorio. También transitamos por el currículo, las temáticas prioritarias, el desarrollo de clases especiales, la búsqueda conjunta de estrategias con docentes del nivel secundario realizando cursos, seminarios, jornadas, talleres, todos tendientes a acortar la brecha entre los niveles educativos. Estas acciones están en coincidencia con Silvia Porro cuando dice “expreso la necesidad de abandonar la enseñanza tradicional que se basa en el mero aprendizaje de conceptos aportados por el docente y los libros de texto, en un estudiantado pasivo y en

evaluaciones con preguntas de respuestas cerradas” (Porro, 2022) [6]. Expresión que resume nuestro accionar de años, más allá de muchos trabajos tratando de cambiar el modelo. Actualmente, trabajamos en la evaluación y se nos antepone el reglamento de cursada con la modalidad de parciales, recuperatorios, integral y examen final con la valoración numérica, tan buscada por los alumnos y atentando contra el proceso de aprendizaje y poniéndonos en la encrucijada de entender la evaluación como una sumatoria de logros “no mensurables” al menos para los alumnos.

A la hora de enseñar y aprender química deberíamos contextualizar o utilizar cualquier enfoque que implique enseñanza en contexto, que parece ser la manera en la que se deberían enseñar la Química y las demás disciplinas, particularmente en la escuela secundaria (Porro, 2022) [6] a lo que le agregamos también el primer año de la universidad, siempre que se haga en contexto será más sencillo de incorporar. Hace tiempo alcanzaba con transmitir conocimientos, reforzar con un listado de bibliografía y utilizar año tras año los mismos instrumentos de evaluación, ahora se hace necesario introducir variantes, contextualizar la enseñanza para darle significado a lo que estamos enseñando.

También la Universidad española ha dado importantes pasos para su transformación en cuanto a enfoques pedagógicos, en las últimas dos décadas, como parte del proceso global con el que se ha colaborado en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (Pinto Cañón, 2023) [7]. Algunos pasos significativos han sido la nueva estructura de títulos (Grado, Máster y Doctorado), la perspectiva de la educación basada en adquisición de competencias (transversales y específicas), la importancia dada al papel del alumno como agente activo y protagonista de su aprendizaje, la introducción de nuevas formas de evaluación, el empleo de metodologías innovadoras (aprendizaje basado en problemas o en casos, gamificación, aula invertida, trabajo cooperativo,

aprendizaje-servicio) (Pinto Cañón, 2023) [7].

Es necesario reorientar el trabajo práctico en una doble dirección: proponer trabajos prácticos de carácter investigativo (Caamaño, 2002) [8], que ayuden a realizar procesos de modelización (Sanmartí et al., 2002) [9], y contextualizar cada vez más estos trabajos en relación con los temas de Ciencia, Tecnología y Sociedad que se aborden y fundamentalmente desarrollar nuevas metodologías evaluativas, teniendo en cuenta las influencias y los efectos más notables que la evaluación misma tiene sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje ayudando a calcular la relevancia de la evaluación para el aprendizaje. Por otra parte, debe desarrollarse el concepto de que la evaluación como un momento particular de enseñanza aprendizaje y no sólo como algo que se sitúa, al final o en medio del proceso formativo mismo, sino que también tiene el efecto de afianzar el contenido que se está tratando de aprender o de acabar de aprender (Barberà, 2006) [10].

Nos encontramos con herramientas a disposición de los alumnos que nos hacen pensar que podría mejorar su rendimiento, pero dichas herramientas, así como tal, solo disponibles en el Moodle, en el aula virtual, tal como: videos, autoevaluaciones, PowerPoint, bibliografía extra, foros en cada temática, clases de consultas, entre otras. Por el solo hecho de estar disponibles son muy pocos los alumnos que utilizan todos los recursos y hemos comprobado que la gran mayoría de los aprobados, sí, los utiliza. Pues aquí se abre una posibilidad de trabajo, con esos recursos, que posibilite un intercambio con cada una de las herramientas, pensando en utilizar instrumentos de evaluación para cada propuesta, uso del foro, lecturas de bibliografía complementarias, resumen de los PowerPoint, apuntes propios que circulen entre los grupos, herramientas que nos permitan otras calificaciones a parte de los parciales, sin duda, mejoraría el rendimiento.

Aquí se nos presenta un gran reto: ¿Cómo conseguir que el objetivo de los estudiantes sea aprender y no solo obtener “buenas calificaciones”?

Por otro lado, cuando analizamos el desempeño en la evaluación de las 4 consultas nos encontramos que en 2 de ellas la mayoría respondieron adecuadamente (69.2% en la consulta del Litio y 63,1% en la consulta de disolución), si bien el porcentaje está por debajo del esperado, podríamos tomarlo como aceptable. En cuanto a las otras 2 consultas, el desempeño obtenido fue bajo en la consulta sobre el mol (41.5% de los alumnos contestaron correctamente) y muy bajo en la consulta sobre la densidad, donde el porcentaje de todas las respuestas fue similar, recordemos que, en esta consulta, la definición estaba en el enunciado. Esto se asemeja a un estudio realizado en México donde se evaluaron a 7000 personas en el área de química y la media de aciertos para los que tenían el secundario fue del 32% de respuestas correctas (Chamizo et al., 2004) [11]. En nuestro estudio, la mayoría de los alumnos (86.2%) se habían recibido del nivel secundario en los últimos 2 años (2023 y 2024), siendo el 67.7% de los ingresantes recién recibidos (2024). Además, el 78.5% de los encuestados era su primera carrera (no se habían inscripto ni cursado otra carrera). Por lo tanto, en un alto porcentaje de los alumnos, los conocimientos evaluados eran directamente los contraídos durante la secundaria.

Es importante que el alumno recuerde la mayor cantidad posible de los conceptos que ya fueron incorporados y que los tenga presente porque el ingresante inicia un proceso de adaptación a una nueva forma de organización institucional y a una nueva forma de aprendizaje. El ingreso a la educación superior implica un desafío para los alumnos de la escuela media, es un pasaje que presenta obstáculos a superar y, fundamentalmente, un cambio en la adquisición de nuevos conocimientos, si a esto le sumamos que los conceptos ya deberían haber sido adquiridos no son evocados o no son evocados

correctamente, estamos frente a un grave problema, ya que muchas veces estos conceptos se dan por sabidos y las explicaciones de los temas relacionados arrancan de un nivel muy superior a los conocimientos reales que tienen los alumnos.

Con respecto a las tres actividades que planteamos para obtener un diagnóstico, el trabajo con el Mol y la UMA nos deja una claridad respecto del muy bajo nivel de conocimiento de estos conceptos y nos obliga a replantear la enseñanza de los mencionados conceptos ya que solo el 2,94 % de los alumnos participantes de la actividad logró una respuesta satisfactoria.

Con la actividad respecto de qué es química nos deja un trabajo donde podemos relacionar sus conocimientos con la definición de química, nos da una idea de la elección de las carreras, de la importancia que le atribuyen a la química en cada caso y la creencia de por qué es necesario estudiar química para los futuros Ingenieros en Recursos Naturales y medio ambiente, los Geólogos, los Biólogos o los profesores en Física.

Así mismo en la tercera actividad de diagnóstico donde trabajamos con sustancias o mezclas pudimos ver que el grupo de alumnos ingresantes a la licenciatura en química y al profesorado de química tenían muy bien el concepto de sustancia y su diferencia con una mezcla, no así el grupo de alumnos de las demás carreras donde notamos un desconocimiento muy marcado atribuyendo como sustancia a mezclas y generalizando con ácido, azúcar, sal, etc. a una sola sustancia.

Sin duda las actividades de diagnóstico nos sirven para reprogramar nuestras clases, no será la misma actividad para los futuros químicos que para el resto de las carreras, a la hora de trabajar el concepto de sustancias y de mezclas.

En este sentido, el desempeño académico en el primer año de la universidad condensa en cierto modo gran parte de la experiencia escolar previa (en este caso la educación secundaria), pero también refleja aquella ocurrida en años

anteriores, que arrastra los problemas de aprendizaje y de socialización de un nivel a otro (Vinacur, 2016).[12]

Recientes investigaciones realizadas en otros países concluyen que los factores que predicen el éxito o el fracaso del estudiante en ese nivel educativo se explican, en parte, desde el primer año de la escuela secundaria. Otros trabajos concluyen que, tomando la base de datos cuatro años después de iniciado el cursado por parte de una cohorte, el resultado de los exámenes del ciclo de nivelación y el de las materias de primer año de universidad resultan un excelente predictor del abandono o la continuidad en los estudios (Kisilevsky & Veleda, 2006) [13].

Los diversos factores que afectan el logro de los alumnos en educación superior serían los aspectos individuales; aspectos académicos (factores de la experiencia educativa previa, rendimiento académico y calidad de este); aspectos institucionales (normativa académica, becas y financiamiento, recursos universitarios, relaciones con profesores, entre otros); y aspectos socioeconómicos (estrato socioeconómico del estudiante, situación laboral del estudiante y de sus padres, nivel educativo de los padres, entre otros) (Vinacur, 2016) [12]. Si bien se sabe que, a pesar de que la Universidad de La Pampa, como todas las universidades públicas, son gratuitas, la preparación insuficiente para el ingreso en educación superior se asocia con el estatus socioeconómico de los alumnos ingresantes, lo que refleja una profunda desigualdad entre distintos segmentos sociales. Nosotros en nuestro estudio no identificamos cada uno de estos factores, pero si sabemos que del total 5 alumnos (7,69%) provenían de escuelas privadas, 4 (6.15%) del colegio secundario de la UNLPam, el resto (86.15%) de las escuelas públicas.

Conclusión

Llevamos varios años trabajando en educación en química, muchos de ellos con el modelo tradicional de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio, bien compartimentadas y sin integrar la teoría con la práctica, con laboratorios corroborando alguna ley y siguiendo una receta, con guías de trabajos prácticos con ejercicios cerrados y evaluando con parciales estandarizados y en fechas preestablecidas sin realizar evaluación en proceso o formativa que permita a los alumnos autoevaluar sus progresos. Realizamos un cambio de modelo, integrando la teoría con la práctica, reformulando los laboratorios para darle un sentido, pusimos la cátedra por promoción solicitando trabajos con todas las temáticas que obligara a los alumnos ir realizando actividades formativas constantemente y no esperar a que incorpore los aprendizajes solamente para los parciales o de forma autónoma. Así mismo, trabajar en la base de los conceptos adquiridos por los alumnos mediante la evaluación diagnóstica nos parece muy significativo, siempre que esas evaluaciones sirvan para conocer el punto de partida de nuestros estudiantes y nos replanteen nuestras planificaciones. Este cambio que venimos realizando desde el 2024 debería darnos resultados significativos en la enseñanza aprendizaje de la química, se trata de un aprendizaje pensado en el alumno, procurando que tengan actividades de diagnóstico y actividades formativas permanentemente que le permitan poner en discusión qué han aprendido y qué están aprendiendo.

Sin duda que falta por hacer y por mejorar, pensamos que si transitamos por este camino de un cambio en el modelo y de evaluación de los aprendizajes poniendo énfasis en las etapas de diagnóstico y de formación, podremos analizar el rendimiento de nuestros alumnos con este modelo y compararlo con los resultados de más de 10 años de enseñanza tradicional.

Bibliografía

- [1] Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (Mejoredu).2023. La evaluación diagnóstica debe ayudar a mejorar la práctica docente y el desempeño de los estudiantes. México, 12 de mayo de 2023.
<https://oei.int/oficinas/mexico/noticias/la-evaluacion-diagnostica-debe-ayudar-a-mejorar-la-practica-docente-y-el-desempeno-de-los-estudiantes>.
- [2] Díaz, F y Barriga, A. (2002). Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista. México: McGraw Hill.
- [3] H. Strömdahl, A. Tulberg, L. Lybeck, International Journal of Science Education 1994, 16, 17–26.
- [4] Antonilez 2012 “Hacia la búsqueda de las sustancias”. Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto sustancia desde la teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud.
- [5] Neus Sanmartí Puig (2019). «10 ideas clave. Evaluar para aprender»
- [6] Porro, S. Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química... y más. Nuevas Perspectivas. (2022). (1) Pp. 1- 23
- [7] Pinto Cañón, Gabriel (2023) Casos interdisciplinarios y multidisciplinares para un aprendizaje STEAM contextualizado Supervisión21 nº 69 <https://doi.org/10.52149/Sp21> ISSN 1886-5895.
- [8] Caamaño, A. ¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? Aula de innovación educativa Barcelona, (2002). n. 113-114.
- [9] Alimenti, G.A., y Sanmartí Puig, N. La evaluación refleja el modelo didáctico análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. Educación química 15.2 (2004): 120-128.
- [10] Barberà, E. (2006, Julio). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. RED. Revista de Educación a Distancia, número, en <http://www.um.es/ead/red/M6>.
- [11] Chamizo, José Antonio; García, Juan Carlos Una experiencia en la formación de docentes a partir de la historia y la filosofía de la química Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 17, núm. 1, 2020 Universidad de Cádiz, España.
- [12] Vinacur, T. ¿Los alumnos de las escuelas privadas están mejor preparados para ingresar a la universidad? Revista Colombiana de Educación, 70 (2016)., 175-200.
- [13] Kisilevsky, M., Veleda, C. Dos estudios sobre el acceso [a] la educación superior en la Argentina. Paris, France: UNESCO, Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación. 2002, Vol. 140.

Sostenibilidad y el papel de los nuevos materiales en el tratamiento de la contaminación

Amira Jalil Fragoso-Medina¹, Carlos Magaña²

¹ Investigadora Jr. en el Departamento de Materia Condensada, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, México

² Investigador y Académico del Departamento de Materia Condensada, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, México

Resumen

En este escrito se resalta la importancia del acceso al agua limpia para la sobrevivencia del ser humano y la realización de sus actividades cotidianas, se presenta el rol que juegan los nuevos materiales en el logro de este objetivo (que forma parte de los objetivos del desarrollo sostenible).

Al respecto, se presenta el concepto de desarrollo sostenible, algunos hechos históricos que marcan su aparición, desarrollo, e importancia en la sociedad y algunos ejemplos de la aplicación de materiales para la prevención y/o minimización de la contaminación (aérea y acuática).

En este trabajo se pretende dar a conocer la existencia e importancia del tema, así como las acciones propuestas y realizadas actualmente para lograr un desarrollo eficiente en el cuidado del planeta..

Abstract

This article highlights the importance of access to clean water for human survival and the performance of daily activities. It presents the role that these new materials play in achieving this goal, which is part of the Sustainable Development Goals.

In this regard, it presents the concept of sustainable development, some historical events that mark its emergence, development, and importance in society, and some examples of the application of materials to prevent and/or minimize pollution (air and water).

This article aims to raise awareness of the existence and importance of this topic, as well as the actions currently proposed and implemented to achieve efficient development while protecting the planet.

Key Words

New materials, Purification, wastewater, Sustainable development, pollution.

Introducción

La sostenibilidad es fundamental para la supervivencia de nuestras sociedades y del planeta ya que aborda problemas como el cambio climático, la escasez de recursos y la desigualdad social.

Al respecto, desde épocas pasadas ha existido la preocupación por el ambiente, sin embargo, en esta época está ocurriendo un cambio de pensamiento en la sociedad, marcado por sus condiciones y necesidades, de tal forma que se considera cada vez con más seriedad el posible daño a la naturaleza con las actividades realizadas.

Si bien todos los individuos deben atender el llamado universal reflejado en los objetivos para un desarrollo sostenible (ODS), es de gran relevancia que las personas que reciben una formación científica los incorporen en su vida cotidiana, puesto que se espera que estas personas conozcan y entiendan (más que nadie) las implicaciones de sus acciones en el ambiente y generen posibles soluciones que se pueden lograr con el desarrollo de materiales innovadores y amigables con la naturaleza.

Además, en este trabajo se presentan a grandes rasgos, las acciones realizadas para afrontar los cambios producidos en consecuencia de la actividad humana en esta y otras épocas.

Desarrollo

Concepto

Alcanzar un desarrollo sostenible implica realizar las actividades necesarias para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.

Sin embargo, no se trata solo de proteger el ambiente, sino todo el medio que nos rodea. Esto se logra promoviendo el desarrollo económico y el bienestar social de manera equitativa.

Existen tres pilares “fundamentales” del desarrollo sostenible y su atención determina el tipo de desarrollo obtenido, Figura 1;



Figura 1. Pilares del desarrollo sostenible.

Imagen conformada para esta publicación por Amira Jalil Fragoso-Medina.

Las diferentes denominaciones del desarrollo resultan de la carga que se les dé a los tres pilares del desarrollo sostenible presentados en la figura 1;

- Desarrollo: social, ecológico o económico (resultan de promover el desarrollo citado únicamente).
- Desarrollo: equitativo, viable o soportable (son el resultado de alcanzar el equilibrio únicamente de dos tipos principales de desarrollo, por ejemplo, del social y del económico resulta el desarrollo equitativo)
- El desarrollo sostenible es el resultado de lograr un equilibrio entre los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible, estos son social, económico y ecológico).

El desarrollo desequilibrado de cualquiera de los tres pilares anteriores, puede provocar una sociedad desarrollada, pero desequilibrada.

Recorrido histórico

La concientización sobre el ambiente ha existido desde épocas anteriores, quizá no por el grueso de la población, pero si en algunos casos sobresalientes, a continuación, se presentan algunos hechos históricos que representan el nacimiento y desarrollo de la sostenibilidad:

El primer atisbo de sostenibilidad, documentado, ocurrió en el año **1713** con Hans Carl von Carlowitz quien expresó su preocupación por la explotación abusiva del entorno, que provocaba la minería (muy especialmente en la industria maderera) y proporcionó el primer cimiento conceptual de la sostenibilidad y el diseño de la administración científica de los recursos naturales en su libro “Sylvicultura Oeconomica”. Mas de doscientos años después, en **1962**, Rachel Carson advirtió sobre los efectos perjudiciales de los pesticidas en el ambiente, culpando a la industria química por la creciente contaminación en su libro Primavera silenciosa (Silent Spring).

En décadas posteriores, **1972, 1982 y 1992**, la organización de las naciones unidas realizó una serie de informes y conferencias con el fin de alcanzar acuerdos medioambientales (sobre el desarrollo, cambio climático, biodiversidad y otros temas relacionados) los cuales forman las bases de diversos objetivos para proteger el planeta, como: el informe sobre los límites del crecimiento, el informe Brundtland, la cumbre de la Tierra, respectivamente.

Además, con ello se sentaron las bases para que en el **2015** todos los estados miembros de las Naciones Unidas aprobaran 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 a la que le llamaron los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS); estas 17 acciones están integradas entre sí, lo que quiere decir que el cumplimiento de cada acción afectará los resultados en otras áreas u objetivos que de cumplirse garantizaran que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad.

Para el cumplimiento de estos objetivos es necesaria la creatividad, el conocimiento, la tecnología y los recursos financieros de toda la sociedad. Tanto de las empresas, organizaciones y gobiernos existentes, como de cada individuo que conforma una población. En la siguiente figura se presentan los ODS como fueron propuestos.



Figura 2. Objetivos del desarrollo sostenible. Imagen tomada del sitio oficial de las Naciones Unidas para esta publicación.

Camino a la sostenibilidad

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad es la contaminación; aérea y acuática, al respecto los investigadores han desarrollado modelos que imitan los procesos de absorción de luz solar realizada por las plantas verdes, para lograr la remediación del ambiente y/o prevención en la formación de contaminantes.

Al respecto y en cumplimiento con los ODS planteados; se desarrollaron materiales innovadores para contribuir a proteger el clima, la vida submarina, la vida de ecosistemas terrestres y tener acceso al agua limpia.

Respecto a la contaminación aérea se están realizando diversos esfuerzos para prevenirla, tales como el desarrollo del cemento fotocatalítico el cual posee un material fotocatalizador que al interactuar con la radiación ultravioleta escinde los enlaces de la molécula contaminante que está unida, por una interacción química, ocurriendo una destrucción de estos compuestos, en un proceso llamado foto-oxidación. Este material se puede utilizar en la

construcción de “edificios inteligentes”, así llamados por su capacidad de destruir los contaminantes aéreos o en la construcción de estructuras controladoras del tráfico vehicular.

Así mismo, otro material capaz de lograr la eliminación, o reducción, de los contaminantes existentes, consiste en la aplicación de un recubrimiento fotocatalizador a una superficie indicada: Por ejemplo, la aplicación de pintura que contiene dióxido de titanio (TiO_2) en la pared de un edificio que se encuentra ubicado en una calle concurrida.

Por otro lado, se presenta el uso de materiales específicos de dimensiones extraordinariamente diminutas (nanopartículas) de óxidos metálicos para el tratamiento de aguas contaminadas con moléculas orgánicas, tales como las que se pueden generar en las aguas residuales de las fábricas textiles; Dicho procedimiento aún está en desarrollo pues si bien se han obtenido excelentes resultados a nivel laboratorio, el siguiente paso es su escalamiento para lograr su aplicación eficiente en cuerpos de agua mayores.

Perspectivas futuras

Se pretende, que en un futuro se incorporen de manera positiva y en forma exponencial las acciones necesarias para el logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y particularmente se logre el desarrollo de nuevos materiales para ello.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Dr. Dwight Acosta y su grupo de investigación (M. Tommy Merino, M. Jorge Barreto y Dr. Adhikari) por su apoyo en este trabajo. También se agradece al Laboratorio Central de Microscopía del Instituto de Física de la UNAM, al Dr. Luciano Antonio Gómez Cortes, a Antonio Morales y a la Ing. Cristina Zorrilla por su ayuda en la caracterización de los materiales obtenidos para esta publicación.

Conclusiones

Se logró una visión más amplia de la sostenibilidad al presentar un amplio espectro sobre el tema; este incluyó el concepto de desarrollo sostenible, algunos hechos históricos que marcan su relevancia e importancia en la sociedad y la incorporación del desarrollo sostenible en la educación científica. para lograr un desarrollo eficiente en el cuidado del planeta. Así como algunos ejemplos actuales de las acciones que se realizan para la limpieza de aguas.

Referencias Bibliográficas

SDG. Sustainable development goals-Objetivos del Desarrollo sostenible.

<https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

UN. United Nations. <https://www.un.org>

Cemento fotocatalítico.

www.fundacionunam.org.mx/vanguardia-unam&form=IPRV10

Creación de recursos didácticos innovadores mediante lápices 3D: materiales y aplicaciones

Xanel Vecino^{1*}, Rosa Devesa-Rey², Miguel Ángel Álvarez-Feijoo¹, Elena Arce Fariña³

¹Escola de Enxeñaría Industrial, Universidade de Vigo

²Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

³Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Universidade da Coruña

*xanel.vecino@uvigo.gal

Resumen

En este trabajo se propone el uso de lápices 3D como herramienta innovadora para crear recursos didácticos en el aula, facilitando la integración efectiva de la tecnología 3D en la enseñanza. Estos lápices funcionan mediante la extrusión de filamentos poliméricos, cuya calidad influye en el resultado final. Se destacan cuatro tipos de filamentos: el ácido poliláctico (PLA), ecológico y apto para proyectos educativos; el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), resistente y útil para prototipos; el tereftalato de polietilenglicol (PETG), versátil y resistente al agua; y el poliuretano termoplástico (TPU), flexible y duradero. La implementación de esta tecnología fomenta el aprendizaje práctico, la creatividad y, además, permite integrar de forma sencilla la fabricación digital en entornos escolares.

Introducción

Este estudio se fundamenta en el proyecto Polos Creativos impulsado por la Xunta de Galicia, una iniciativa orientada a promover la innovación educativa mediante la creación de espacios de aprendizaje colaborativo y el uso de tecnologías avanzadas. Estos espacios están concebidos para estimular la creatividad, el trabajo en equipo y el aprendizaje práctico, y cuentan con equipamiento tecnológico como impresoras 3D, cortadoras láser y lápices 3D. En el caso concreto de los lápices 3D, podrían desarrollarse actividades en diversas áreas del currículo, como la construcción de modelos de moléculas en ciencias, la creación de maquetas arquitectónicas en geografía o el diseño de

caracteres tridimensionales en educación artística. Este tipo de propuestas permitiría al alumnado visualizar conceptos abstractos y participar activamente en su proceso de aprendizaje.

Así, estas herramientas ofrecen al profesorado y al alumnado la oportunidad de explorar nuevas metodologías educativas. Los primeros resultados del proyecto evidencian su eficacia, ya que el estudiantado que participa en las actividades desarrolladas en los Polos Creativos muestra un mayor interés por aprender, una comprensión más profunda de los contenidos y una mejora en sus competencias creativas y tecnológicas [1].

Desarrollo

Se propone el uso de lápices 3D para la creación de recursos didácticos innovadores, permitiendo implementar esta tecnología de forma efectiva en las prácticas pedagógicas del aula. Los lápices 3D utilizan filamentos poliméricos que, al calentarse y extruirse a través de una boquilla, permiten al profesorado diseñar y modelar estructuras tridimensionales (véase Figura 1). La calidad, durabilidad y acabado de las creaciones dependen del tipo de filamento empleado.



Figura 1. a) Lápiz 3D comercial y b) Esquema de funcionamiento básico del lápiz 3D.

En la tabla 1 se presenta un resumen de los materiales más comunes en los lápices 3D.

Material	Ventajas	Inconvenientes	Punto de fusión (°C)
PLA	Biodegradable; baja temperatura de fusión; mínima deformación; inodoro	Quebradizo; no apto para altas temperatura	180 - 220
ABS	Resistente; Duradero, resistente a altas temperatura; flexible	Emite humos; propenso a deformarse	210 - 250
PETG	Duradera; flexible; resistente a los golpes; apta para alimentos	Más caro; requiere temperaturas más altas	220 - 250
TPU	Altamente flexible; resistente a la abrasión; resistente a los impactos	Difícil de trabajar; requiere un control preciso de la temperatura	220 - 250

Tabla 1. Características de los materiales más empleados en los lápices 3D.

El ácido poliláctico (PLA), uno de los filamentos más populares, se fabrica a partir de recursos renovables como el almidón de maíz o la caña de azúcar, lo que lo convierte en una opción ecológica [2]. Es ideal para aplicaciones educativas como maquetas, juguetes o piezas decorativas. El acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), conocido por su resistencia y durabilidad, se obtiene de productos derivados del petróleo [2] y se utiliza para crear piezas mecánicas, juguetes robustos o prototipos funcionales. El tereftalato de polietilenglicol (PETG) combina lo mejor de las propiedades del PLA y el ABS: es resistente, flexible y fácil de trabajar [3], lo que lo hace adecuado para piezas funcionales,

contenedores y objetos que requieren resistencia al agua. Por último, el poliuretano termoplástico (TPU) es un filamento flexible, famoso por su elasticidad y durabilidad [4], ideal para proyectos creativos o educativos que demandan flexibilidad. La versatilidad de los lápices 3D permite su integración en diferentes asignaturas. Así, por ejemplo, en ciencias naturales, pueden emplearse para construir estructuras celulares, esqueletos o modelos anatómicos. En matemáticas, se pueden crear figuras geométricas en 3D para explorar conceptos de volumen o simetría. En geografía e historia, es posible recrear monumentos o mapas en relieve. Además, en asignaturas tecnológicas y artísticas, los lápices permiten desarrollar proyectos de diseño, creatividad y resolución de problemas.

Conclusiones

En consecuencia, la incorporación de lápices 3D en el aula ofrece una oportunidad clave para enriquecer el aprendizaje práctico, estimular la creatividad y favorecer la inclusión educativa. Además, su bajo coste y facilidad de uso los convierten en una herramienta accesible para centros educativos de todos los niveles, desde Educación Infantil y Primaria hasta Formación Profesional, facilitando así una integración transversal de la tecnología 3D en el sistema educativo.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología - Ministerio de Ciencia e Innovación (Ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación 2023. Proyecto Polos en Marcha – Ref. 19414). X. Vecino agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR por su contrato Ramón y Cajal (ref. RYC2021-030966-I).

Bibliografía

- [1] Xunta de Galicia. (2022). Orden de 21 de abril de 2022 por la que se crea el programa de innovación educativa Polos Creativos y se establece el procedimiento para la participación de los centros docentes públicos dependientes de esta consejería. Diario Oficial de Galicia, 80 de 27 de abril de 2022.
- [2] R. Bayu Kristiawan, F. Imaduddin, D. Ariawan, Ubaidillah, and Z. Arifin. A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing paramete. Open Engineering, 11 (2021) 639–649.
- [3] G. Holcomb, E. B. Caldon, X. Cheng, R. C. Advincula. On the optimized 3D printing and post-processing of PETG materials. MRS Communications, 12 (2022) 381–387.
- S. M. Desai, R. Y. Sonawane, A. P. More. Thermoplastic polyurethane for three-dimensional printing applications: A review. Polymers Advanced Technology, 34 (2023) 2061–2082.

LA MUTUALIDAD DE LOS QUÍMICOS, EN CADA ETAPA DE LA VIDA PROFESIONAL Y PERSONAL

Manuel Rodríguez Méndez

1.0 INTRODUCCIÓN

La Química es una actividad profesional apasionante al que los químicos y químicas que disfrutamos con el ejercicio de esta profesión nos cuesta, llegado el momento de la jubilación, abandonar. Además, es una profesión en la que el contacto con productos químicos que tienen asociados riesgos importantes que pueden afectarnos e, incluso, apartarnos de esta apasionante profesión. Por ello todas las personas que ejercen la profesión química deben de estar amparadas, durante todo el ejercicio de la profesión, por otras entidades que nos prestan un servicio de protección, no solo para la persona que ejerce la profesión química, sino para su familia.

Para ello, los colegiados y colegiadas del Colegio Oficial de Químicos cuentan con su **Mutualidad de los Químicos**, que es una entidad aseguradora que gestiona de forma exclusiva la previsión social del colectivo desde hace más de 80 años. Su objetivo, como Mutualidad que es, consiste en proveer a los Grados, a las personas Licenciadas y a las personas de la Ingeniería Química colegiadas la protección sanitaria y social durante el ejercicio de su trayectoria vital; además de ofrecer, tanto a los profesionales del sector Químico como a las personas de su entorno, respuestas en materia de previsión (jubilación), ahorro, salud y demás seguros para cada etapa de la vida profesional y personal. La Mutualidad de los Químicos es **hna**.

2.0 EL EJERCICIO PROFESIONAL DE LA QUÍMICA

La Química es una actividad que se puede ejercer de muchas formas: por cuenta ajena o por cuenta propia.

Muchas personas que acaban su formación universitaria, en cualquier de las disciplinas de la Química se preguntan ¿y ahora qué hago?: oposito, ejerzo mi profesión en la empresa privada, creo mi propia empresa, me dedico al ejercicio liberal de la Química.

Sea cual sea la respuesta es importante que estas personas sepan que la Mutualidad de Químicos puede ser el soporte fundamental y puede suponer un beneficio para ejercer la profesión química no solo durante el periodo legalmente activo (hasta llegar a la jubilación) sino que, también, permite acogerse a la jubilación y seguir ejerciendo la profesión, compatibilizando el cobro por la actividad desarrollada con el cobro de la pensión de jubilación.

Todos estos beneficios que te otorga pertenecer a la Mutualidad de Químicos, **hna**, se explica en los epígrafes siguientes

3.0 BENEFICIOS DE PERTENECER A LA MUTUALIDAD DE QUÍMICOS

Estar adherido o adherida a la Mutualidad de Químicos es un beneficio importante para el Mutualista. A continuación, presentamos los beneficios de pertenecer a este colectivo.

3.1 LA MUTUALIDAD COMO ALTERNATIVA AL RETA

Para el ejercicio profesional, **hna** cuenta con el SPP (Sistema de Previsión Personalizado) con el que los profesionales del sector Químico que van a empezar a ejercer por cuenta propia (autónomos) tienen una alternativa exclusiva a la cotización en el Régimen de Autónomos de la Seguridad Social (RETA). El SPP, que en los últimos años ha tenido una rentabilidad media del 3,3%, posibilita de manera más flexible y

económica todas las coberturas necesarias (jubilación, invalidez permanente, fallecimiento, incapacidad temporal, maternidad, paternidad, acogimiento familiar permanente y riesgo del embarazo) y exigidas en el ámbito de la previsión social. Y todo ello con las mejores condiciones económicas.

También para aquellos que trabajan por cuenta ajena (empleados) o ya sea autónomos en el RETA, el SPP, desde 30 euros al mes, supone el complemento perfecto a la pensión pública, creando un fondo personal, flexible e intransferible para la jubilación, con una alta rentabilidad y ventajas fiscales, ya que permite a los autónomos del RETA alcanzar un ahorro fiscal con un importe total de aportaciones de hasta 5.750 euros, frente a los 1.500 euros de otros sistemas de previsión social. Además, año a año su fondo se incrementa con la rentabilidad obtenida por la Mutualidad.

3.2 ¿LA JUBILACIÓN ES COMPATIBLE CON EL TRABAJO POR CUENTA PROPIA?

Sí, lo es.

En muchas profesiones, también en la química, hay personas que llegada la edad de jubilación se plantean si jubilarse o, por el contrario, seguir en activo.

El SPP Alternativo de la Mutualidad de Químicos permite la compatibilidad de la jubilación (independientemente del tipo de jubilación que percibas) y el ejercicio profesional. Es decir, con hna puedes estar disfrutando de la jubilación y seguir trabajando en proyectos que requieran de tus conocimientos y sabiduría. Ya que puedes compatibilizar plenamente la jubilación y el ejercicio profesional sin necesidad de contratar a ningún empleado. En cambio, quienes cotizan en el RETA solo pueden compatibilizar al 100% el ejercicio profesional únicamente si contratan a un trabajador o acogiendo a un modelo de jubilación flexible que, podría, hacer incompatible el cobro de la pensión con la realización de otros trabajos. En todo caso, el ejercicio profesional requerirá el cumplimiento de las

correspondientes obligaciones fiscales, tales como el alta en Hacienda, modelos 036 o 037; o la presentación de las declaraciones trimestrales y anuales de IVA y del IRPF.

La incompatibilidad entre pensión de jubilación y trabajo está establecida para el sistema público en el artículo 213.1 del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto legislativo 8/2015, de 30 de octubre, en el que se determina que el disfrute de la pensión de jubilación, en su modalidad contributiva, será incompatible con el trabajo del pensionista, con las salvedades y en los términos que legal o reglamentariamente se determinen.

En el caso de la jubilación con hna, la Disposición adicional trigésima séptima de la Ley 27/2011, de 1 de agosto, sobre actualización, adecuación y modernización del sistema de Seguridad Social (BOE 02-08-2011), establece que *“el Gobierno presentará un proyecto de ley que regule la compatibilidad entre pensión y trabajo, garantizado el relevo generacional y la prolongación de la vida laboral, así como el tratamiento en condiciones de igualdad de las diferentes actividades. Mientras no se produzca esta regulación, se mantendrá el criterio que se venía aplicando con anterioridad a la entrada en vigor de la Orden TIN/1362/2011, de 23 de mayo.”*

El criterio administrativo mantenido antes de la Orden TIN/1362/2011 (BOE 26-05-2011), manifestado en la Consulta de 25 de junio de 1999, de la Dirección General de la Seguridad Social y que debe regir por aplicación de la referida Disposición adicional, es que es compatible ejercer la actividad profesional con la percepción de una pensión de jubilación que provenga de una mutualidad de previsión social alternativa al alta en el RETA, como hna, pueden desarrollar la profesión por cuenta propia, tanto activos como pasivos (jubilados), todas las actividades empresariales que todos los profesionales que puedan tramitar su alta en el Colegio de Químicos podrían ser objeto de alta en la hna con el SPP.

3.3 OTROS SERVICIOS QUE OFRECE LA MUTUALIDAD DE QUÍMICOS, hna

La Mutualidad, **hna**, ofrece, además de la cobertura de previsión social alternativa o complementaria al RETA de la que ya se ha hablado, otros servicios. A continuación, se indican los más importantes.

AHORRO

Como en cada edad se tienen unos objetivos diferentes de ahorro, **hna** cuenta con productos de ahorro flexibles e ideados para cada planteamiento de ahorro, ya sea a corto, medio o largo plazo. **hna** cuenta con productos con rentabilidades de hasta el 3,30%; como el Flexiplan a un año y a partir de 3.000 euros; el AhorraPlan, para ahorrar mes a mes desde 30 euros mensuales; o el SIALP, una inversión a largo plazo (mínimo 5 años) con enormes ventajas fiscales. También el Unit Linked Selección, con el que se puede diversificar la cantidad invertida según las expectativas de rentabilidad y el nivel de riesgo a asumir, ya que está vinculada a hasta cuatro cestas de inversión, una de ellas especializada en la inversión en deuda pública española. La gama de Ahorro la completa el PIAS (Plan Individual de Ahorro Sistemático), también con excelente rentabilidad mínima a la que se le suma un interés adicional garantizado cada anualidad, perfecto para complementar la jubilación futura y obtener beneficios fiscales.

Además, la Mutualidad de los Químicos cuenta con productos conservadores para la jubilación como el PPA Fórmula Futuro (Plan de Previsión Asegurado), entre otros.

SALUD

Por su parte, los exclusivos **seguros de Salud de hna** tienen varias modalidades y cuentan con asistencia sanitaria en más de 1.300 centros de referencia en toda España, con la última tecnología y más de 43.800 profesionales en cuadro médico. Las necesidades que cubrir influyen en el tipo de seguro; desde el seguro más básico que sólo cubre las consultas médicas

y pruebas diagnósticas (asistencia ambulatoria), pasando por un seguro completo con hospitalización y urgencias (asistencia sanitaria), hasta el seguro de reembolso con el que se puede acudir a cualquier profesional médico con la devolución de gastos.

SEGUROS

Además, a través de su correduría, en **hna** el Mutualista puede encontrar otros seguros, como pueden ser los de hogar, de coche, de moto, con el respaldo que da una entidad del Grupo **hna**, reconocida en el sector.

4.0 MUTUALIDAD DE QUÍMICOS, hna

hna ya presta servicio a más de 103.800 Mutualistas, quienes forman parte de una entidad sin ánimo de lucro creada en 1944 y que reparte beneficios entre sus Mutualistas. Pueden formar parte de la Mutualidad todos los profesionales del sector Químico ya sean autónomos o empleados, así como los futuros profesionales del sector o sus personas allegadas.

Actualmente está activa la promoción **Plan Amigo de hna**. Es el plan con el que la Mutualidad de los Químicos premia a sus Mutualistas por recomendar **hna** a sus familiares y amigos. Si ya se es cliente de **hna** y se invita a un familiar o amigo, ambos pueden ganar regalos como tarjetas para comprar en grandes almacenes valoradas en 50 euros.

hna dispone de una amplia red de oficinas distribuidas por toda España, incluyendo 2 puntos de atención presencial en Galicia, concretamente en A Coruña y Vigo. Los teléfonos directos son el 981122414 y el 986432276 y los correos electrónicos: coruna@hna.es y vigo@hna.es



LA MUTUALIDAD DE LOS QUÍMICOS, EN CADA ETAPA DE LA VIDA PROFESIONAL Y PERSONAL

hna, la **Mutualidad de los Químicos**, es una entidad aseguradora que gestiona de forma exclusiva la previsión social del colectivo desde hace más de 80 años. **Ofrece**, tanto a los **profesionales del sector Químico** como a **las personas de su entorno familiar directo**, respuestas en materia de **previsión (jubilación)**, **ahorro**, **salud** y demás seguros para cada etapa de la vida profesional y personal, **incluyendo el de responsabilidad civil exclusiva para Químicos**.

EJERCICIO PROFESIONAL

Para el ejercicio profesional, **hna** cuenta con el **SPP Alternativo (Sistema de Previsión Personalizado)** con el que los profesionales del sector Químico que van a empezar a ejercer por cuenta propia (autónomos) tienen una **alternativa exclusiva a la cotización en el Régimen de Autónomos de la Seguridad Social (RETA)**. El SPP Alternativo, que en los últimos años ha tenido una rentabilidad media del 3,3%, posibilita de manera más flexible y económica todas las coberturas necesarias (jubilación, invalidez permanente, fallecimiento, incapacidad temporal, maternidad, paternidad, acogimiento familiar permanente y riesgo del embarazo) y exigidas en el ámbito de la previsión social. Y todo ello con las mejores condiciones económicas.

SABÍAS QUE...

El SPP Alternativo permite la compatibilidad de la jubilación y el ejercicio profesional. Es decir, con **hna** se puede compatibilizar plenamente la jubilación y el ejercicio profesional sin necesidad de contratar a ningún empleado. En cambio, quienes cotizan en el RETA solo pueden compatibilizar al 100% el ejercicio profesional solo si contratan a un trabajador por cuenta ajena.

También **para aquellos que trabajan por cuenta ajena (empleados)** o ya son **autónomos en el RETA**, el **SPP Complementario**, desde **30 euros al mes**, supone el **complemento perfecto a la pensión pública**, creando un **fondo personal, flexible e intransferible para la jubilación**, con una **alta rentabilidad y ventajas fiscales**, ya que permite a los autónomos del RETA alcanzar un ahorro fiscal con un importe total de aportaciones de hasta 5.750 euros, frente a los 1.500 euros de otros sistemas de previsión social.

[EL SPP DE hna, EN DETALLE](#)

AHORRO

Para el **ahorro**, **hna** cuenta con productos **con rentabilidades de hasta el 3,30%**: como el **Flexiplan a un año y a partir de 3.000 euros**; el **AhorraPlan**, para **ahorrar mes a mes desde 30 euros mensuales**; o el **SIALP**, una **inversión a largo plazo (5 años)** con enormes ventajas fiscales. También el **Unit Linked Selección**, con el que se puede diversificar la cantidad invertida según las expectativas de rentabilidad y el nivel de riesgo a asumir, ya que está vinculada a hasta cuatro cestas de inversión, una de ellas

especializada en la inversión en deuda pública española. La gama de Ahorro la completa el PIAS (Plan Individual de Ahorro Sistemático), también con excelente rentabilidad mínima a la que se le suma un interés adicional garantizado cada anualidad, perfecto para complementar la jubilación futura y obtener beneficios fiscales en el presente.

PRODUCTOS DE AHORRO EXCLUSIVOS PARA QUÍMICOS

Además, la Mutualidad de los Químicos cuenta con **productos conservadores para la jubilación como el PPA Fórmula Futuro (Plan de Previsión Asegurado)**.

SALUD

Por su parte, los exclusivos **seguros de Salud de hna** tienen varias modalidades y cuentan con asistencia sanitaria en más de 1.300 centros de referencia en toda España, con la última tecnología y más de 43.800 profesionales en cuadro médico. Las necesidades a cubrir influyen en el tipo de seguro; desde el seguro más básico que sólo cubre las consultas médicas y pruebas diagnósticas (asistencia ambulatoria), pasando por un seguro completo con hospitalización y urgencias (asistencia sanitaria), hasta el seguro de reembolso con el que se puede acudir a cualquier profesional médico con la devolución de gastos.

PRODUCTOS DE SALUD DE hna

MÁS DE 103.800 MUTUALISTAS

hna ya presta servicio a más de **103.800 mutualistas**, quienes forman parte de una **entidad sin ánimo de lucro creada en 1944 y que reparte beneficios entre sus mutualistas**. Pueden formar parte de la Mutualidad todos los profesionales del sector Químico, ya sean autónomos o empleados, así como las personas de su entorno familiar. También aquellos funcionarios de la administración pública vinculados a la Química y quienes ejercen profesionalmente en el extranjero. Además, los futuros profesionales del sector.

Además de los profesionales del sector Químico que ejercen actualmente la profesión, también forman parte de **hna** los profesionales jubilados y su entorno familiar directo. A ellos también ofrece productos para cuidar de la salud y el bienestar, con productos adaptados a sus necesidades específicas. Además, como en cada edad se tienen unos objetivos diferentes de ahorro, **hna** cuenta con productos de ahorro flexibles e ideados para cada planteamiento de ahorro, ya sea a corto, medio o largo plazo.



| PLAN AMIGO

CONSIGA **50 EUROS DE REGALO Y OTROS 50**
PARA SU FAMILIAR O AMIGO

PROMOCIÓN PLAN AMIGO DE hna

Consulte condiciones en el apartado web 'Aviso legal'.

CONTACTA CON NOSOTROS:

hna dispone de una **amplia red de oficinas** distribuidas por toda España, incluyendo 2 puntos de atención **presencial** en Galicia, concretamente en A Coruña y Vigo. Los teléfonos directos son el **981 122 414** y el **986 432 276** y los correos electrónicos: **coruna@hna.es** y **vigo@hna.es**.



Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Galicia

Asociación de Químicos de Galicia

Rúa Lisboa, 10, Edificio Área Central, 1ª planta, Local 31-E
15707 Santiago de Compostela (A Coruña)

Tel. 623 033 325

Horario Sede: Lunes a Viernes de 10:00 a 14:00 horas

secretaria@colquiga.org

www.colquiga.org



**Colexio Oficial de
Químicos de Galicia**



**ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE GALICIA**