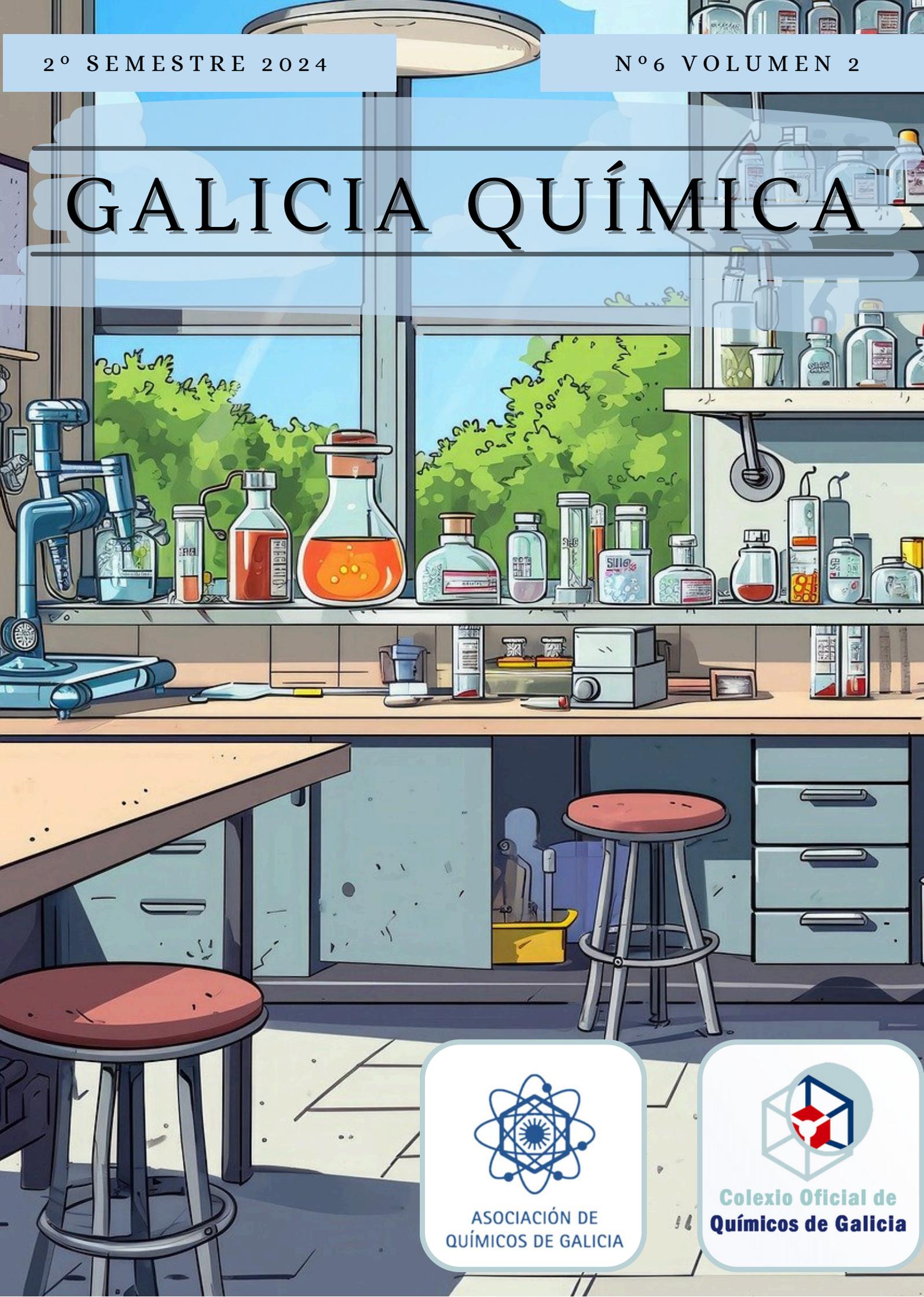


2º SEMESTRE 2024

Nº 6 VOLUMEN 2

GALICIA QUÍMICA



ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE GALICIA



**Colexio Oficial de
Químicos de Galicia**

GALICIA QUÍMICA



Colegio Oficial de
Químicos de Galicia



ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE GALICIA

Galicia Química

Revista del Colegio Oficial de
Químicos de Galicia

2º Semestre 2024

Volumen 6, nº 2

ISSN 2659-3726

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

<https://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
Encontro	4
Actividades de nuestras agrupaciones	
Explorando Nuevas Fronteras en la Enseñanza de la Química: Reflexiones desde el V Congreso Internacional de Didáctica de la Química.....	5
Éxito en la XLI Olimpiada Galega de Química y participación en la XXXVII Olimpiada Española de Química.....	10
Cursos de Formación COLQUIGA.....	16
Metodologías Docentes	
Determinación de fosfato en aguas mediante espectrofotometría de absorción ultravioleta- visible (UV-VIS)	17
La mineralización del nitrógeno en la huerta escolar de la Escuela Normal Superior Cristo Rey como iniciativa pedagógica para el aprendizaje de la química	22
Aprendizaje basado en juegos: una Escape-room on-line sobre bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos	30
Percepción del Impacto del uso de los Modelos Moleculares como Estrategia Didáctica para el Estudio de Química Orgánica en Estudiantes Universitarios de Ciencias Ambientales e Ingeniería Química	42
Avaliando a ChatGPT no Ensino dos Equilíbrios Químicos en Disolución Acuosa	52
Viajando por la Tabla Periódica	61

EDITORIAL

Estimados colegas:

Nos es grato presentar una nueva edición de Galicia Química, repleta de contenido inspirador y el resumen de eventos realizados que destacan el vigor y la pasión que caracterizan a nuestra comunidad científica y profesional. Desde la Asociación y el Colegio Oficial de Químicos de Galicia seguimos proponiendo actividades con el firme propósito de brindar un servicio de calidad a nuestra comunidad.

En noviembre, participamos y colaboramos en el XXVII Encuentro Luso-Galego de Química en Oporto, organizado en esta ocasión por la Sociedade Portuguesa de Química. El evento registró una notable participación, tanto a nivel global como dentro de nuestra comunidad. Actualmente, estamos inmersos en los preparativos para el **XXVIII Encuentro Galego-Portugués de Química**, que se celebrará del 13 al 15 de noviembre en Vigo. Contaremos, entre otros destacados ponentes, con la presencia del actual y anterior presidente de la IUPAC.

“Seguiremos planteando nuevos retos y reforzando las actividades que ya llevamos a cabo, siempre receptivos a vuestras propuestas. Las puertas de la Asociación y del Colegio están abiertas para todos aquellos que deseen participar y/o colaborar.”

Hace poco más de un mes, celebramos el V Congreso Internacional de Didáctica de la Química, que se realizó de manera virtual a través de la plataforma del Colegio. Este evento reunió a congresistas de Europa e Iberoamérica, sumando un total de 13 países representados. En esta edición de Galicia Química, presentamos algunos artículos derivados de las ponencias de este congreso. El éxito de este evento se ha reflejado en la gran cantidad de felicitaciones recibidas, lo que nos anima a continuar con un congreso que cada año gana más adeptos.

En marzo, celebramos la XLI Olimpiada Gallega de Química, organizada por la Asociación de Químicos de Galicia en colaboración con el Colegio, las universidades gallegas y la Consellería de Educación. Este año, la olimpiada registró un nuevo récord de participación de centros educativos gallegos. En esta edición, quisimos rendir homenaje a nuestro colega, ya fallecido, que fue director de Cementos Noroeste, Arturo Martínez. En la XXXVII Olimpiada Nacional de Química, celebrada del 26 al 28 de abril en la Universidad de Murcia, la delegación gallega obtuvo una medalla de plata y dos de bronce, demostrando una vez más el alto nivel de la química preuniversitaria en Galicia.

El Colegio de Químicos también promovió la II Jornada de Economía Circular, celebrada el 5 de abril en la Escuela de Ingeniería Forestal del Campus de Pontevedra (Universidad de Vigo). En este evento se destacó la importancia de obtener el máximo rendimiento de una materia prima, generando la mínima cantidad de residuos, uno de los pilares fundamentales de la economía circular.

Proseguimos con nuestra labor formativa en el portal, donde hemos añadido, además de los cursos ya existentes, nuevos contenidos relacionados con el uso de aplicaciones que consideramos interesantes para nuestros colegiados y asociados. Nuestro objetivo es contribuir a la actualización de los profesionales en el uso de nuevas tecnologías a través de herramientas que se han popularizado considerablemente en los últimos años.

Seguiremos planteando nuevos retos y reforzando las actividades que ya llevamos a cabo, siempre receptivos a vuestras propuestas. Las puertas de la Asociación y del Colegio están abiertas para todos aquellos que deseen participar y/o colaborar, ya sea en la organización de eventos, acciones formativas o asistiendo como congresistas y conferenciantes. ¡Animaos a ello!



Prof. Juan José

Sanmartín Rodríguez

Vicedecano y vicepresidente
del Colegio y Asociación de
Químicos de Galicia

INTERNATIONAL CONFERENCE

XXVIII ENCONTRO

GALEGO PORTUGUÉS DE QUÍMICA

VIGO - GALICIA - ESPAÑA

FUNDACIÓN ABANCA - POLICARPO SANZ, 24 - 26



ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE GALICIA



Colexio Oficial de Químicos de Galicia



SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

November 13 - 15, 2024



PLENARY LECTURES



Prof. Ehud Keinan
SCHULICH FACULTY OF CHEMISTRY
TECHNION - INSTITUTE OF TECHNOLOGY
IUPAC PRESIDENT



Dr. Cláudia Nunes
CICECO - AVEIRO INSTITUTE OF MATERIALS
UNIVERSITY OF AVEIRO



Prof. Javier García Martínez
PROFESSOR OF INORGANIC CHEMISTRY
MOLECULAR NANOTECHNOLOGY LABORATORY
UNIVERSITY OF ALICANTE
IUPAC PAST PRESIDENT



Prof. M. Arturo López Quintela
DPT. OF PHYSICAL CHEMISTRY, IMATUS
UNIVERSITY OF SANTIAGO DE COMPOSTELA



Prof. Salette Reis
LAQV/REQUIMTE,
DPT. OF CHEMICAL SCIENCES. FACULTY OF PHARMACY
UNIVERSITY OF PORTO

REGISTRATION
OPENING
August 15, 2024

ABSTRACT
ACCEPTANCE
October 14, 2024

FINAL
REGISTRATION
October 31, 2024

October 4, 2024
DEADLINE FOR DELIVERING
ABSTRACTS

To October 23, 2024
EARLY
INSCRIPTION UP

November
13, 14 and 15, 2024
CONFERENCE

MORE INFORMATION www.encontrogalegoportugues.org

Explorando Nuevas Fronteras en la Enseñanza de la Química: Reflexiones desde el V Congreso Internacional de Didáctica de la Química

Juan José Sanmartín Rodríguez
 Vicedecano del Colegio Oficial de Químicos de Galicia, Vicepresidente de la Asociación de Químicos de Galicia
 Coordinador del Congreso Internacional de Didáctica de la Química

Del 23 al 25 de mayo, se celebró el V Congreso Internacional de Didáctica de la Química, un evento que reunió a 106 inscritos de Europa y América (España, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Honduras, Italia, México, Perú, Reino Unido y Cuba). Este congreso, impulsado por la Comisión de Enseñanza de la Asociación de Químicos de Galicia, se ha consolidado como un punto de encuentro esencial para la comunidad educativa, con el objetivo de mejorar la calidad y la eficiencia de la enseñanza de la química a través del intercambio de conocimientos y experiencias.

Ponencias Plenarias: Un Comienzo Inspirador en cada Sesión

Cada sesión del Congreso, salvo el sábado por la mañana, se inauguró con una ponencia plenaria que sentó las bases para un diálogo enriquecedor sobre las tendencias actuales y futuras en la enseñanza de la química. Estas presentaciones magistrales abordaron diversos temas que resonaron profundamente entre los asistentes. La profesora Adela Muñoz Páez nos sumergió en un mundo de creatividad y conocimiento con su presentación "La Tabla Periódica, un Cómic con Mucha Química". A través de un enfoque visual y narrativo, En su intervención, la profesora Muñoz Páez, exploró la importancia de la tabla periódica utilizando el formato de cómic para hacer este tema más accesible y atractivo para los estudiantes.

Por otro lado, el profesor Sandro J. González Lafarga, en su ponencia "Hay Recursos Disponibles que los Alumnos no Utilizan", destacó la importancia de identificar y aprovechar al máximo los recursos educativos disponibles. El profesor González Lafarga subrayó la necesidad de adaptar y utilizar herramientas creativas para potenciar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, enfatizando que muchos recursos valiosos a menudo son subutilizados.

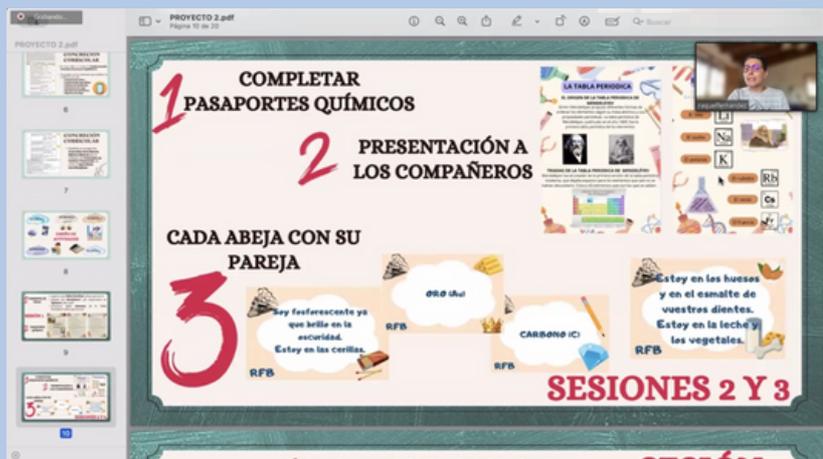
El profesor Luis Moreno Martínez inauguró la sesión final del Congreso con su ponencia "Cómo Contar y Revivir la Historia de la Química en el Aula y el Laboratorio: Pautas, Experiencias y Recursos Digitales para el Profesorado", en ella nos ofreció valiosas reflexiones sobre la importancia de integrar la historia de la química en el proceso educativo. El profesor Moreno Martínez presentó pautas, experiencias y recursos digitales para enriquecer la enseñanza de la química, resaltando la relevancia de contextualizar los contenidos científicos en un marco histórico que motive e inspire a los estudiantes. Las ponencias plenarias representaron un punto de partida en casa sesión del congreso, ofreciendo a los participantes insights valiosos, estrategias prácticas y reflexiones inspiradoras para potenciar la enseñanza de la química y promover un aprendizaje significativo en el aula.



Comunicaciones Orales y Posters: Innovación y Práctica

El congreso también fue un espacio para la presentación de investigaciones y experiencias prácticas a través de comunicaciones orales y posters, donde docentes y expertos compartieron sus proyectos y metodologías innovadoras en la enseñanza de la química. Una de las temáticas recurrentes en estas sesiones fue el papel crucial de la experimentación y la práctica en el aprendizaje de la química. Desde la cinética con patatas hasta la determinación de la eficiencia energética de un electrodoméstico, los participantes compartieron experiencias prácticas que involucraron a los estudiantes en procesos de descubrimiento y análisis, fomentando su curiosidad y creatividad.

Entre las iniciativas pedagógicas innovadoras destacadas, se encontraban el uso de escape rooms, realidad virtual y juegos de mesa adaptados para enseñar conceptos químicos de manera lúdica y efectiva. Estas estrategias didácticas no solo promovieron el aprendizaje activo, sino que también estimularon el pensamiento crítico y la resolución de problemas entre los estudiantes. Por ejemplo, el uso de escape rooms en el aula ha demostrado ser una herramienta eficaz para involucrar a los estudiantes en actividades colaborativas y desafiantes que requieren aplicar conocimientos químicos para resolver problemas y avanzar en el juego.



La realidad virtual, por su parte, permitió a los estudiantes experimentar con entornos de laboratorio simulados donde podían realizar experimentos sin los riesgos asociados a los laboratorios reales. Esta tecnología ha sido particularmente útil en el contexto de la educación a distancia, permitiendo a los estudiantes acceder a experiencias de aprendizaje prácticas desde la comodidad de sus hogares. Los juegos de mesa adaptados, como "Química en Acción" y "El Gran Reto de los Elementos", ofrecieron una manera divertida y educativa de aprender sobre la química, combinando el juego con el aprendizaje de conceptos clave.

Formación Teórica y Nuevas Tecnologías

En el ámbito de la formación teórica, se exploraron nuevas formas de abordar la química computacional, la química verde y la química aplicada a la agronomía, destacando la relevancia de conectar la teoría con la práctica y el mundo real. La química computacional, por ejemplo, se presentó como una herramienta poderosa para modelar y predecir reacciones químicas, permitiendo a los estudiantes visualizar y comprender fenómenos complejos que de otro modo serían difíciles de observar en el laboratorio.

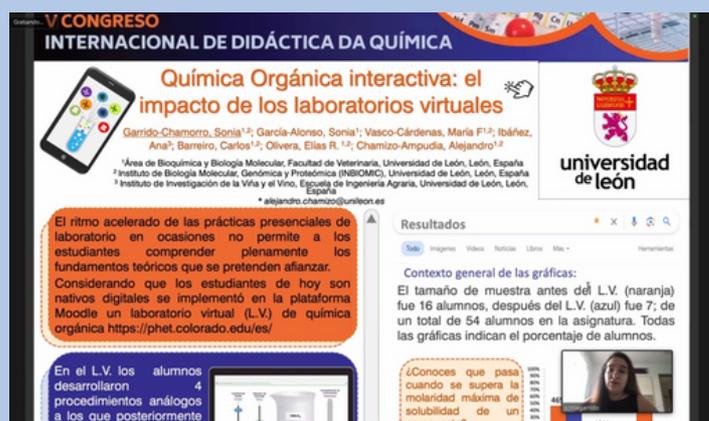
La química verde, enfocada en el desarrollo de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas, fue otro tema que suscitó el interés. Los participantes discutieron cómo incorporar los

principios de sostenibilidad en la enseñanza de la química, fomentando una mayor conciencia ambiental entre los estudiantes y preparando a la próxima generación de químicos para enfrentar los desafíos globales relacionados con la sostenibilidad.

La química aplicada a la agronomía también fue un área destacada, con presentaciones que exploraron cómo los conocimientos químicos pueden mejorar la producción agrícola y la gestión sostenible de los recursos naturales. Estas discusiones subrayaron la importancia de la interdisciplinariedad en la enseñanza de la química, conectando la teoría con aplicaciones prácticas que tienen un impacto directo en la vida diaria y el entorno.

Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Enseñanza

Asimismo, se discutió el impacto de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la química, desde entornos virtuales de aprendizaje hasta el uso de inteligencia artificial para mejorar la experiencia educativa. Los entornos virtuales de aprendizaje, como plataformas de simulación de laboratorios y herramientas interactivas en línea, han transformado la manera en que los estudiantes acceden y interactúan con los contenidos químicos. Estas tecnologías permiten una mayor personalización del aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante y proporcionando feedback en tiempo real.



El uso de inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de la química también fue un tema relevante. La IA puede ayudar a crear experiencias de aprendizaje más dinámicas e interactivas, desde tutores virtuales que guían a los estudiantes a través de conceptos complejos hasta sistemas de evaluación automatizados que proporcionan retroalimentación instantánea. Además, la IA tiene el potencial de analizar grandes volúmenes de datos educativos para identificar patrones y tendencias, ayudando a los educadores a mejorar continuamente sus prácticas pedagógicas.

Formato Online: Una Decisión Acertada

Desde el año 2021, nos hemos decantado por la celebración de estos congresos en formato online, ya que así se facilita la participación del profesorado, evitando los desplazamientos durante el curso y adecuando las agendas, lo que les facilita el ejercicio de la docencia de la química en sus centros educativos. Este enfoque innovador también ha permitido la participación de un mayor número de educadores en el evento, contribuyendo a la difusión de buenas prácticas y al enriquecimiento mutuo en el ámbito de la enseñanza de la química.

Asimismo, la modalidad online ha hecho posible la participación internacional, posibilitando que educadores de diferentes países y regiones se unieran al congreso sin las limitaciones de los desplazamientos físicos. Esto enriqueció aún más el intercambio de ideas y experiencias, proporcionando una perspectiva global sobre los desafíos y oportunidades en la enseñanza de la química. Además, las grabaciones de las sesiones permitirán, en cualquier momento, volver a visualizar, revisar y profundizar en los contenidos a su propio ritmo, mejorando la accesibilidad y la retención del conocimiento.

Un Espacio de Reflexión y Colaboración

En un contexto donde la educación se enfrenta a desafíos constantes, este congreso se ha consolidado como un espacio de reflexión y colaboración donde los profesionales de la docencia de la química pueden fortalecer sus habilidades pedagógicas, actualizarse en las últimas tendencias educativas y establecer redes de apoyo mutuo. La enseñanza de la química es fundamental para formar ciudadanos críticos y competentes en el mundo actual, y eventos como este congreso son clave para impulsar la excelencia en la educación científica.

V CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DA QUÍMICA

Preparando calibrados en el aula como apoyo al aprendizaje teórico en Química Analítica

Roberto Sáez-Hernández¹, Inés Adam-Cervera^{2,3}, Ángel Morales-Rubio¹, M. Luisa Cervera¹

¹Departament de Química Analítica, Universitat de València, C/ Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot, España
²Departament de Química Física, Universitat de València, C/ Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot, España
³Institut de Ciència dels Materials (ICMUV), Universitat de València, C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2, 46100 Paterna, España
 roberto.saez@uv.es

Objetivo
 Desarrollar una metodología de aprendizaje activo para abordar la composición y preparación de calibrados en Química Analítica en el aula

Propuesta

- Proporcionar material en formato kit portátil
- Uso de colorantes alimentarios
- Preparación de diferentes tipos de calibrados
- Calibrado externo, de adición de patrón y de patrón interno

Guion

Material de clase

Los asistentes al congreso destacaron la importancia de estos encuentros para compartir buenas prácticas, discutir desafíos comunes y explorar soluciones innovadoras. El ambiente de colaboración y apoyo mutuo fomentado durante el congreso creó un sentido de comunidad entre los educadores, quienes pudieron intercambiar ideas, recursos y estrategias para mejorar la enseñanza de la química en sus respectivos contextos.

Conclusión: Un Éxito Rotundo

En conclusión, el V Congreso Internacional de Didáctica de la Química ha sido un éxito rotundo, demostrando que la pasión por enseñar y aprender la química trasciende las barreras físicas y se nutre del compromiso y la colaboración de toda una comunidad educativa. Este evento no solo inspiró a los asistentes a seguir innovando en sus prácticas pedagógicas, sino que también reafirmó la importancia de la enseñanza de la ciencia, la química en particular, como motor de cambio y desarrollo en la sociedad actual.

El congreso ha sentado las bases para futuras innovaciones y transformaciones en la enseñanza de la química, promoviendo un aprendizaje significativo y motivador para los estudiantes. La diversidad de enfoques y la calidad de las presentaciones contribuyeron a enriquecer el debate y la colaboración entre los profesionales de la docencia de la química, consolidando al congreso como un espacio de aprendizaje y crecimiento profesional en la enseñanza de la ciencia.

Este evento no solo reforzó la relevancia de la educación científica en la formación de ciudadanos críticos y competentes, sino que también destacó el papel crucial de la creatividad.

Agradecimiento

La Asociación de Químicos de Galicia y el Colegio Oficial de Químicos desean expresar su más sincero agradecimiento a todos los participantes del V Congreso Internacional de Didáctica de la Química. Sus contribuciones, tanto en formato póster como en presentación oral, han sido fundamentales para el éxito de este evento. Los trabajos presentados han demostrado ser, no solo de gran calidad e interesantes, sino también altamente didácticos, enriqueciendo enormemente el contenido del congreso y fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias en el campo de la didáctica de la química.

Asimismo, queremos extender nuestro agradecimiento a las organizaciones que han apoyado este evento. Su respaldo ha sido crucial para la realización y el éxito del congreso, permitiendo crear un espacio de aprendizaje y colaboración para todos los asistentes.

Referencia

Libro del V Congreso Internacional de Didáctica de la Química

Acerca del decaimiento radiactivo...

Cornell Doodle Notes

Procedimiento de investigación

Éxito en la XLI Olimpiada Galega de Química y participación en la XXXVII Olimpiada Española de Química.

Juan José Sanmartín Rodríguez

Vicedecano del Colegio Oficial de Químicos de Galicia, Vicepresidente de la Asociación de Químicos de Galicia
Coordinador de la Olimpiada Galega de Química

Las Olimpiadas de Química representan una oportunidad única para que estudiantes de bachillerato demuestren su destreza y pasión por esta disciplina científica. En el contexto de Galicia, la XLI Olimpiada Galega de Química, organizada por la Asociación de Químicos de Galicia en colaboración con el Colegio Oficial de Químicos de Galicia, ha sido un evento que ha reunido a jóvenes talentos de toda la comunidad desde 1980, pues es la prueba decana dentro del Estado Español. Este artículo se adentra en los detalles de la última edición, resaltando los logros de los participantes y su participación en la Olimpiada Nacional de Química.

La XLI Olimpiada Galega de Química se llevó a cabo el pasado 8 de marzo de 2024, simultáneamente en las sedes de A Coruña, Lugo, Santiago de Compostela, Ourense y Vigo. La participación de 137 alumnos provenientes de 46 centros escolares gallegos evidenció el interés y la dedicación de los estudiantes por la química. Durante la competición, los participantes se enfrentaron a pruebas desafiantes que pusieron a prueba sus conocimientos teóricos y habilidades prácticas en el campo de la química. La prueba se realiza en una misma jornada de tarde en dos sesiones de una hora con un descanso intermedio de media hora.

XLI OLIMPIADA GALLEGA DE QUÍMICA

8 de marzo de 2024

PRUEBA B_1

Nombre _____ Apellidos _____
DNI: _____ Fecha de nacimiento ____/____/____

PROBLEMA 1

El calcio no abunda en Galicia. Ello explica que hasta 1962 no se lograra fabricar el primer cemento gallego. Iniciaba ese año en Oural, una pequeña aldea de Sarria (Lugo), la que fue una de las «mejores fábricas de cemento del mundo».

El cemento es un producto de la caliza, materia prima mineral que está constituida mayoritariamente por carbonato de calcio. De la caliza se obtiene la Cal (CaO) después de un proceso de trituración mecánica y calcinación de la piedra caliza a altas temperaturas (unos 900°C) en hornos de tipo vertical o rotativo. La ecuación química ajustada correspondiente al proceso de calcinación es:

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$

a) (20 puntos). La fábrica de Oural produce diariamente 1780 toneladas de cemento. Considerando un rendimiento del 97 % y sabiendo que el cemento contiene un 64,0% en masa de cal. Podría indicarnos la cantidad, en kilogramos, de caliza que debe aportar la mina de Triacastela para dicha producción, sabiendo que el análisis químico de la caliza mostró una riqueza del 91 % en carbonato cálcico.



Las pruebas de la XLI Olimpiada Galega de Química abarcaron diversos temas que versaron sobre aquellos aspectos de la Química que están contenidos en los currículos determinados por la Ley de Educación 3/2020 de 3 de mayo de Educación (LOMLOE), así como por el Decreto 157/2022, de 15 de septiembre, por lo que se establecen la ordenación y el currículo de bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia, más concretamente de las materias de Física y Química en 1º y Química en 2º de bachillerato.

Se incluyeron conceptos fundamentales hasta aplicaciones prácticas, permitiendo a los estudiantes demostrar su comprensión integral de la disciplina. Los criterios de evaluación se centraron en la precisión y la resolución efectiva de problemas, destacando no solo el conocimiento académico de los participantes, sino también su capacidad para aplicar conceptos en situaciones reales. En esta ocasión, uno de los temas principales de los problemas fue el cemento, como se puede apreciar en la imagen superior, muy relacionado con el homenajeado en esta edición. En otro de los problemas, relacionó la historia con uno de los eventos más conocidos en el verano gallego, el combate naval de las fiestas de Vilagarcía de Arousa, porque todo es química.

XLI Olimpíada Galega de Química

8 de Marzo de 2024




ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS DE GALICIA Colexio Oficial de Químicos de Galicia

Colaboran





UNIVERSIDADE DE VIGO UNIVERSIDADE DA CORUÑA USC
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE CULTURA,
EDUCACIÓN E UNIVERSIDADE

A Coruña Ourense
Santiago Vigo Lugo

Arturo Martínez
(Mugardos 1936 - Sarria 2016)
Ligado profesionalmente a Cementos Noroeste S.A. durante máis de 40 anos, primeiro como director de fábrica e logo como máximo responsable do Laboratorio Central do grupo cementero, mestre de técnicos e emprendedor con gran vocación pola mecánica. "A sociedade española ten unha débeda de gratitude con Arturo pola súa acertada iniciativa de incorporar, por primeira vez en España, cinzas volantes procedentes da combustión de carbón pulverizado".



olimpiadagallega@colquiga.org - Teléf.- 623 033 325

En la XLI Olimpiada Gallega de Química, se llevó a cabo un merecido homenaje a la figura de Arturo Martínez, cuya trayectoria profesional en Cementos Noroeste S.A. durante más de cuatro décadas lo posiciona como un referente indiscutible en la industria del cemento. Reconocido como maestro de técnicos y emprendedor apasionado por la mecánica, Martínez dejó una huella imborrable en el sector. Su profundo conocimiento químico-técnico y su visión innovadora se reflejaron en su contribución pionera al incorporar cenizas volantes en la fabricación de cementos, marcando un hito en la industria. Además, su capacidad para diseñar y construir importantes instalaciones industriales, como las mejoras implementadas en Magnesitas de Rubián, demuestran su excelencia profesional y su compromiso con la eficiencia energética y medioambiental. Este homenaje no solo quiso reconocer su legado en el ámbito técnico, sino también su influencia como inspiración para las nuevas generaciones de químicos y técnicos en Galicia, recordándonos la importancia de la innovación, la excelencia y el compromiso con el desarrollo sostenible en la industria del cemento. En el Acto de Entrega de Galardones de la XLI Olimpiada Gallega de Química, el químico y discípulo de D. Arturo, D. Pedro Otero Ventín, impartió una didáctica y emotiva charla sobre el homenajeado.



Una vez realizadas las pruebas consistentes en una parte tipo test (Prueba A) y otra de desarrollo de dos problemas (Prueba B1) y un supuesto práctico (Prueba B2), se dieron a conocer los ganadores de la XLI Olimpiada Galega de Química en cada demarcación universitaria, reglamento establecido por la entidad nacional que permite la participación de los ganadores en las pruebas nacionales e internacionales si se diera el caso. Por la demarcación de la Universidad de A Coruña, Juan Brandariz Castro del IES Plurilingüe Eusebio da Guarda se destacó en el primer puesto, seguido de Ainhoa Seijo Ferré del Colegio Montespino y Juan Jesús González Seijas del IES David Buján, entre otros talentosos estudiantes. En el caso de la demarcación de la Universidad Santiago de Compostela, Rubén Touriño Alonso del Colexio Manuel Peleteiro obtuvo el primer puesto, seguido de Anran Cheng del mismo centro y Helena Pazos Fajardo del IES Plurilingüe Rosalía de Castro, quienes demostraron su excelencia en química. Por último, en la demarcación de la Universidad de Vigo, Andrea Suárez Torres del IES Luis Seoane lideró la competición, seguida de Xoel Cid Mojón del IES Ramón Otero Pedrayo y Paula Prieto Carreira del IES O Couto de Ourense, entre otros destacados participantes. Estos nueve participantes, al quedar entre los tres primeros de cada demarcación participaron en la Olimpiada Nacional celebrada en la Universidad de Murcia. Para ver la clasificación completa en el siguiente enlace:

www.colquiga.org/olimpiada-galega-2024

La Asociación de Químicos de Galicia conjuntamente con el Colegio Oficial, a través de su gabinete de prensa, da difusión en los medios de comunicación y redes sociales de la prueba, desde la publicación de las fechas de la misma hasta los actos finales, intentando que la participación aumente año a año, como así ocurre, y de los que estamos enormemente satisfechos.

Entrevistas con algunos de los ganadores revelaron la emoción y el orgullo que experimentaron al ser reconocidos por sus logros pero, en esta ocasión, quiero destacar las palabras de la participante ourensana Andrea Suárez en La Voz de Galicia: "Los gallegos nos conocimos en el aeropuerto y somos una gran familia". Porque la Olimpiada de Química es más que una prueba de conocimientos.



Los ganadores de la XLI Olimpiada Galega de Química participaron en la Olimpiada Nacional, un evento de prestigio que reúne a los mejores talentos en química de todo el país. La participación en esta competición nacional no solo es un reconocimiento al esfuerzo y la excelencia demostrados por los estudiantes gallegos, sino también una oportunidad para destacarse a nivel nacional y establecer conexiones con otros jóvenes apasionados de la química. El joven coruñés Juan Brandariz Castro, alumno del IES Eusebio da Guarda de A Coruña, logró la Medalla de Plata en la XXXVII Olimpiada Española de Química, celebrada entre los días 26 y 28 de abril en la Facultad de Química de la Universidad de Murcia, donde participaron un total de 114 alumnos, pertenecientes a todas las Comunidades Autónomas, además de la Ciudad Autónoma de Melilla. Además, Rubén Touriño Alonso, del Colegio Manuel Peleteiro de Compostela, y Paula Prieto Carrera, del IES O Couto de Ourense, obtuvieron sendas medallas de bronce. La Asociación de Químicos y sus respectivos colegios felicitan calurosamente a estos talentosos estudiantes por sus destacados logros y el esfuerzo demostrado en la competencia.

Los preparativos para la participación del alumnado en las diferentes fases de las Olimpiadas corren a cargo de los profesores de los participantes, es por lo que, la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia les reconoce estas fases (local y nacional) como actividades de innovación educativa con una certificación al profesorado preparador participante equivalente a 15 horas de formación en caso de fase gallega y 25 horas en la fase nacional..

La participación en las Olimpiadas de Química no solo es una oportunidad para los estudiantes de destacarse en el campo de la química, sino también para desarrollar habilidades como la curiosidad innata, el rigor científico, la resolución de problemas y la comunicación efectiva, entre otras. Estas competiciones fomentan el interés por la ciencia y la investigación, inspirando a los jóvenes a considerar carreras en campos relacionados con la química en este caso. La Olimpiada de Química, al llevarse a cabo en el ámbito universitario, no solo representa una oportunidad para destacar en la disciplina, sino que también sirve como un valioso entrenamiento para la cercana EBAU. Esta competencia permite a los estudiantes familiari-

zarse con el entorno académico de las universidades, preparándolos de manera muy positiva para los desafíos que enfrentarán en la prueba que meses después será crucial para su futuro académico. Esperamos que los estudiantes gallegos continúen su trayectoria académica y profesional con entusiasmo y determinación y puedan aprovechar las lecciones aprendidas durante la competición para alcanzar nuevos logros. Y que esos logros contribuyan, en un futuro, al avance de la ciencia.



En conclusión, la XLI Olimpiada Galega de Química ha sido un éxito rotundo, destacando el talento y la dedicación de los estudiantes gallegos en el campo de la química. La participación de los ganadores en la XXXVII Olimpiada Española de Química situó, una vez más, a Galicia entre las mejores comunidades autónomas en la Olimpiada Española; hemos sido capaces de mostrar el talento científico-químico de las nuevas generaciones de gallegos y gallegas. ¡Felicidades a todos los participantes y ganadores, y que sigan brillando en futuras competiciones!



Agradecimiento instituciones

La Asociación de Químicos desea expresar su más profundo agradecimiento por la distinguida presencia de D.^a Judith Fernández Novoa, directora general de Ordenación e Innovación Educativa de la Xunta de Galicia; D. Moisés Canle López, vicerreitor de Titulaciones e Internacionalización da UDC; D. Andrés Martínez Lage, decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la Coruña; D. Jesús Sanmartín Matalobos, decano da Facultad de Química de la Universidad de Santiago de Compostela; y D. Ramiro Barcia Vieitez, vicedecano da Facultad de Ciencias del Campus de Lugo. Su presencia en el acto de entrega de galardones de la XLI Olimpiada Gallega de Química, celebrado en el salón de actos de la Facultad de Ciencias de la UDC, realza el valor de este evento tan significativo para nuestra comunidad. Aprovecho también para agradecer, en nombre de la Asociación, la visita guiada y muy didáctica que nos brindaron los miembros del Centro Interdisciplinar de Química y Biología – CICA con motivo del mencionado acto.



Asimismo, extendemos nuestro sincero agradecimiento a las Universidades por la generosa cesión de sus instalaciones y apoyo constante desde los inicios de esta prueba y, como no, a la Consellería de Educación, Ciencia, Universidades de Formación Profesional por el inquebrantable apoyo que brinda a esta iniciativa. Este éxito no sería posible sin la participación entusiasta de los estudiantes, el compromiso de los centros educativos de nuestra comunidad, la dedicación incansable de los profesores y el apoyo constante de los padres y tutores. Juntos, todos ustedes hacen posible que esta celebración del talento y el esfuerzo académico en la química florezca año tras año.

Referencias

<https://www.colquiga.org/olimpiada-gallega-2024>

<https://rseq.org/olimpiadas-de-quimica/>

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

Determinación de fosfato en aguas mediante espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS)

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 (EPEF), Universidade da Coruña (UDC), 15403
Ferrol, España

1.- Resumen

En el presente trabajo se describe una práctica de laboratorio de la asignatura Ingeniería Ambiental, consistente en la medida de la concentración de fosfato en aguas. Asimismo, se detallan algunos métodos para la eliminación del exceso de fósforo de las aguas y se hace hincapié en los aspectos destacados de Química Analítica implicados en la práctica.

2.- Introducción

En los planes de estudios de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (Universidade da Coruña), se incluye la asignatura de carácter obligatorio "Ingeniería Ambiental", en cuyo programa figura el tema 2 "Contaminación de las aguas" [1]. En este tema se tratan los apartados: parámetros de calidad de las aguas y parámetros generales indicadores de la contaminación. En la asignatura en cuestión se realizan varias prácticas de laboratorio relacionadas con los apartados citados. En una de ellas se lleva a cabo la "Determinación de fosfato en aguas".

Los compuestos de nitrógeno y fósforo, junto con otras sustancias y elementos tales como C, K, S (todos ellos macronutrientes), y numerosos metales traza como Co, Cu, Fe, Mn, Mo, V o Zn (micronutrientes u oligoelementos), son especies necesarias para el crecimiento vegetal, por lo que reciben el nombre de nutrientes o bionutrientes, siendo suministrados a las plantas acuáticas gracias a diversos procesos naturales.

El enriquecimiento desmesurado del agua en nutrientes se denomina eutrofización. La eutrofización conlleva un crecimiento excesivo de la población vegetal y la contaminación por descomposición de parte de esa población, acompañada de una reducción drástica del contenido de oxígeno disuelto. Algunos estudios consideran al fósforo como responsable del fenómeno en aguas de embalses y ríos; de ahí el interés en medir el nivel de ion fosfato (forma principal de este elemento en las aguas), expresado normalmente en g P/L [2].

Es conocida la existencia de métodos clásicos: gravimétricos (pesada en forma de pirofosfato de magnesio, $Mg_2P_2O_7$. volumétricos (usando disolución patrón de AEDT y negro de eriocromo T como indicador, o mediante sales de plomo(II)) para el análisis de fosfato en aguas [3]. En el presente trabajo, cuyo avance fue presentado como comunicación a congreso [4], se describe un procedimiento instrumental rápido, sencillo y económico para la determinación del anión mediante la técnica de espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS) [3].

3.- Conceptos y cuestiones previas

Es necesario que el alumnado revise el tema 12 "Introducción a las técnicas instrumentales en el análisis industrial", del programa de la asignatura de formación básica Química de primer curso.

Asimismo, apoyándose en la bibliografía de dicho tema [5], el alumno contestará a las cuestiones siguientes:

- ¿Qué representa un blanco de calibrado en una técnica instrumental?
- Dibuje un esquema de un espectrofotómetro de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS) de haz sencillo, e indique sobre el mismo los nombres de sus componentes.

4.- Objetivo

Estimar el contenido en iones fosfato, expresado en g P/L, en muestras de agua problema, mediante la espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible.

5.- Fundamento teórico

En una disolución diluida de iones fosfato, el molibdato de amonio reacciona en condiciones ácidas para formar un heteropoliácido, el ácido molibdofosfórico. En presencia de vanadio, da lugar al ácido vanadomolibdofosfórico de color amarillo. La intensidad de dicho color es proporcional a la concentración de iones fosfato [6].

6.- Material Necesario

- 7 Matraces aforados de 50 mL
- 1 Pipeta de 5 mL, para medir la disolución patrón de iones fosfato
- 1 Pipeta de 5 mL, para medir la disolución del reactivo vanadato-molibdato
- 1 Pipeta de 5 mL, para medir la muestra problema

- 1 Frasco lavador
- 1 Espectrofotómetro de absorción UV/VIS
- 1 Vaso de precipitados
- 1 Pipeta de 1 mL, para enrasar al volumen final con agua destilada

7.- Reactivos necesarios

- Reactivo vanadato-molibdato: para su preparación, véase [6]
- Disolución patrón de ion fosfato, 0,100 g P/L

8.- 1. Procedimiento [7]

8.1.- Recta de calibrado:

A partir de la disolución patrón de ion fosfato se preparan disoluciones de distintas concentraciones, según se indica en la tabla siguiente:

Matraces 50 mL	Disolución patrón de fosfato (0,100 g P/L)	Reactivo vanadato- molibdato	Agua destilada
Blanco	----	5,0 mL	Hasta el enrase
1	1,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase
2	2,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase
3	3,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase
4	4,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase
5	5,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase

Una vez calculados los valores de las concentraciones de ion fosfato (en g P/L), que corresponden a las disoluciones preparadas anteriormente, se completa la tabla siguiente:

Matraz	Concentración de fosfato (g P/L)
1	
2	
3	
4	
5	

8.2.- Preparación de la muestra a analizar:

Se procede de una manera similar a la del apartado anterior (recta de calibrado):

Matraz 50 mL	Muestra problema	Reactivo vanadato-molibdato	Agua destilada
Muestra a analizar	5,0 mL	5,0 mL	Hasta el enrase

8.3.- Lecturas de la absorbancia:

En el espectrofotómetro de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS), se selecciona el valor de la longitud de onda a la cual se van a realizar las medidas, $\lambda = 405 \text{ nm}$. Si se trata de un modelo de haz sencillo, con el blanco se ajusta la escala a 0 unidades de absorbancia y, a continuación, se efectúan las lecturas de la absorbancia de cada una de las disoluciones anteriormente preparadas:

Matraz	Unidades de absorbancia
1	
2	
3	
4	
5	
Muestra a analizar	

8.4.- Representación gráfica:

Represente la absorbancia (unidades de absorbancia) en el eje y, frente a la concentración de ion fosfato (expresada en g P/L) en el eje x. Trace la recta (línea de tendencia) que definen los puntos de calibrado representados.

8.5.- Ecuación de la recta de regresión:

Determine la ecuación de la recta de regresión, con ayuda de una calculadora o de un ordenador que disponga de programas estadísticos específicos.

8.6.- Concentración de ion fosfato en la muestra a analizar:

Conocida la ecuación de la recta de regresión, ¿a qué concentración de ion fosfato (g P/L) corresponde el valor de absorbancia de la disolución de la muestra a analizar?

8.7.- Concentración de ion fosfato en la muestra problema (inicial):

¿Cuál es la concentración de ion fosfato en la muestra problema inicial, previamente a su dilución para llevar a cabo la medida de absorbancia?

9.- Cuestiones a resolver

Finalizado el procedimiento experimental y los cálculos correspondientes, con el fin de verificar si el alumnado ha comprendido y asimilado los conocimientos expuestos, éste resolverá las cuestiones siguientes, relacionadas con el desarrollo de la práctica y con sus fundamentos teóricos:

- 9.1. ¿Por qué es tan importante controlar el nivel de ion fosfato en las aguas y, en su caso, usar las tecnologías adecuadas para reducir su concentración en las mismas?
- 9.2. Cite los tipos de calibrado para llevar a cabo el análisis cuantitativo en un método instrumental. ¿Cuál se ha utilizado en el procedimiento seguido en esta práctica?
- 9.3. La reacción de precipitación del ion fosfato con cloruro de hierro (III) permite su eliminación de las aguas. Escriba la ecuación iónica ajustada para este proceso.

10.- Eliminación del fósforo (como ion fosfato) de las aguas

Los problemas de eutrofización asociados a la presencia de compuestos de fósforo en las aguas, han llevado a la declaración de “zonas sensibles a la eutrofización”, en las que se limita la concentración de este contaminante en los vertidos. El fósforo, tanto inorgánico como orgánico, se ha transformado en las etapas anteriores de tratamiento a la forma de iones fosfato (PO_4^{3-}), pero el porcentaje de fósforo total eliminado es bajo en los métodos biológicos convencionales.

Por ello, se deben llevar a cabo tratamientos intensivos, no habituales en las plantas convencionales, para reducir aún más su contenido [2]. Los tratamientos se clasifican en:

- a) Métodos químicos: Se basan en reacciones químicas que pueden ir seguidas de procesos físicos adicionales.

El fósforo, en forma de ion fosfato, se puede eliminar mediante precipitación con reactivos que originan sales insolubles, tales como las de aluminio, hierro(III) y calcio. Como ejemplo, la reacción del anión con ion aluminio forma un precipitado de fosfato de aluminio:



Este proceso de precipitación del ion fosfato se puede realizar de forma simultánea con la etapa de fangos activos, en el caso de utilización de sales de aluminio o de hierro. La precipitación, si se efectúa en la fase posterior, tratamiento terciario, debe ir seguida de floculación y decantación para la eliminación de los sólidos formados.

También se pueden usar métodos de eliminación de sales disueltas (fosfatos) como ósmosis inversa, electrodiálisis e intercambio iónico, aunque, en general, todavía son muy costosos.

- b) Métodos biológicos: Se basan generalmente en modificaciones o ampliaciones de los sistemas biológicos convencionales, por lo que en realidad se llevan a cabo como un tratamiento secundario intensivo o específico.

La mineralización del fósforo en las condiciones aerobias habituales del tratamiento biológico conduce a la formación de iones fosfato. Únicamente se elimina alrededor del 30 % del fósforo de las aguas residuales tratadas, mediante precipitación en forma de fosfatos insolubles al adicionarle determinados cationes, o por asimilación de las bacterias; el resto permanecerá en el efluente de la depuradora, siendo necesario efectuar cambios en el tratamiento biológico para que aumente la cantidad de fósforo asimilado por los microorganismos y pueda ser eliminado en los fangos producidos.

El objetivo es desarrollar una clase de bacterias eliminadoras de fósforo (BEF), denominadas organismos PolyP (bacterias Acinetobacter y algunas Pseudomonas), que acumulan fósforo en forma de polifosfatos en una cantidad muy superior a la de las bacterias predominantes en los procesos convencionales.

Con esta finalidad, se han ido desarrollando diversos procesos, pudiendo destacar dos: el Phoredox, y el Phoredox modificado o A²O [2].

11.- Aspectos analíticos a destacar en esta práctica

La práctica pone en valor los siguientes aspectos propios de la Química Analítica cuantitativa: a) la espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS), en lo que se refiere a su fundamento y al manejo de los instrumentos para llevarla a cabo. Concretamente, en este caso se emplea un equipo de haz sencillo [8]; b) el conocimiento de los métodos de calibración, en los que se trata de correlacionar la señal que proporciona el instrumento con la concentración de la especie o analito a determinar [8]; c) la realización de rectas de calibrado. El trazado de dichas rectas se puede llevar a cabo con ayuda del programa Excel o de otros programas estadísticos específicos como, por ejemplo, el Statgraphics [9]; d) la posible aplicación de otros métodos de espectrofotometría de absorción UV-VIS, para la determinación de especies (iónicas o moleculares) disueltas en las aguas, teniendo en cuenta, además, que su sensibilidad suele ser mayor que la de los métodos clásicos alternativos y que su selectividad, en general, también lo es, lo que permite, en muchos casos, evitar las interferencias producidas por otras sustancias presentes en el medio, sin necesidad de efectuar su separación [10].

12.- Referencias bibliográficas

- [1] Guía docente de la asignatura Ingeniería Ambiental de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol. Universidade da Coruña. Curso 2022-23.
- [2] Orozco, C.; Pérez, A.; González, M. N.; Rodríguez, F. J.; Alfayate, J. M. "Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química". Thomson Editores Spain-Paraninfo, S.A. Madrid, 2003.
- [3] Bermejo, F.; Bermejo, P.; Bermejo, A. "Química Analítica General, Cuantitativa e Instrumental (Tomo I)". 7ª Edición. Paraninfo, S. A. Madrid, 1991.
- [4] Fernández, J. M.; Alonso, E.; González, E.; González, V.; Castro, J. M. "Determinación espectrofotométrica de fosfato en aguas". IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química. Congreso online, 18-20 de mayo, 2023.
- [5] 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. Universidade da Coruña. Curso 2022-23.
- [6] APHA-AWWA-WPCF. "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales". 17ª Edición. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid, 1992.
- [7] Pérez, J.; Seco, H. M. "Experimentos de Química. Aplicaciones a la vida cotidiana". Editorial Filarias. Calamonte (Badajoz), 2006.
- [8] Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J.; Crouch, S. R. "Fundamentos de Química Analítica". 9ª. Edición. Cengage Learning Editores, S.A. de C. V. México, 2015.
- [9] Fernández, J. M.; Pérez, J.; Seco, H. M. "Estadística Sencilla para Estudiantes de Ciencias". Editorial Síntesis, S. A. Madrid, 2012.
- [10] Skoog, D. A.; Holler, F. J.; Nieman, T. A. "Principios de Análisis Instrumental". 5ª. Edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, 2001.

La mineralización del nitrógeno en la huerta escolar de la Escuela Normal Superior Cristo Rey como iniciativa pedagógica para el aprendizaje de la química

Luis Fernando Ávila-Ascanio^{1,*}

¹Universidad de las Islas Baleares, Cra. de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma, España.

* luis-fernando.avila@uib.cat

Resumen

En esta investigación de enfoque cualitativo y alcance descriptivo, se presenta la experiencia de participación de 28 estudiantes y un maestro acompañante en un proyecto enmarcado en la asignatura de química; que logró recuperar la huerta escolar de la Escuela Normal Superior Cristo Rey y que los estudiantes conceptualizaran los procesos de análisis de suelos y mineralización del nitrógeno. Las experiencias se recogieron mediante registrofotográfico y diario pedagógico. Los 28 estudiantes son participantes pertenecientes al semillero de investigación en química experimental - QUIMEX- dentro de la población de estudiantes de grados décimo y once de la institución educativa en el año lectivo 2022. Se encontró que los estudiantes lograron conceptualizar y presentar en eventos departamentales de divulgación científica, el proceso de mineralización de nitrógeno y los procedimientos de preparación de muestra para análisis de suelos y puesta en marcha de la huerta escolar. Esta es una experiencia que prueba que, para su contexto, el aprendizaje vivencial y experimental de las ciencias naturales es más significativo que las clases puramente teóricas y que el espacio de la huerta escolar facilita dicho aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje, Ciencias, Divulgación, Educación, Experimentación, Experiencia, Significativo.

1.- Introducción

En el ámbito de la educación científica, fomentar entornos de aprendizaje experiencial ha surgido como una piedra angular para una pedagogía efectiva. Este artículo con enfoque cualitativo y alcance descriptivo, arrojan luz sobre el viaje inmersivo de 28 estudiantes y un profesor supervisor comprometidos en un proyecto transformador dentro del ámbito de la educación en química.

En la Escuela Normal Superior Cristo Rey, este proyecto tuvo como objetivo revitalizar el huerto escolar mientras fomentaba una comprensión conceptual profunda de los procesos de análisis químico de suelos y el proceso bioquímico de la mineralización del nitrógeno entre los estudiantes.

A través de una documentación meticulosa mediante registros fotográficos y diarios pedagógicos los estudiantes vivieron una experiencia significativa más allá del aula, que merece ser contada a la comunidad educativa latinoamericana para su análisis, reflexión y aprovechamiento. Esta investigación subraya la importancia del aprendizaje experiencial y experimental en las ciencias naturales, destacando el papel transformador del huerto escolar como catalizador de experiencias de aprendizaje significativas dentro del contexto educativo mencionado.

2.- Revisión de la literatura

El aprendizaje significativo es un enfoque de la enseñanza que hace hincapié en el desarrollo de una comprensión profunda y significativa de una materia, en lugar de limitarse a memorizar hechos y fórmulas. Este enfoque es especialmente importante en la enseñanza de la química, ya que esta asignatura puede ser compleja y difícil de entender sin una comprensión profunda de sus principios subyacentes (Lopes de Sousa & Cardoso, 2019). El aprendizaje de la química mediante una experiencia tangible y bien planeada dentro del marco del aprendizaje significativo (Alzate Cano, 2005), promueve el pensamiento crítico, permite que el estudiante comprenda más profundamente los fenómenos, desarrolla habilidades prácticas y fomenta el interés por la asignatura.

En el caso de la Escuela Normal Superior Cristo Rey, se busca que el estudiante aprenda nuevos conceptos en ciencias con un enfoque ecológico, creativo-humanizante y que se de en el marco del social-constructivismo (Escuela Normal Superior Cristo Rey, 2018). Para ello, se plantea un espacio que dinamice el aprendizaje de las ciencias naturales, en particular de la química. Un espacio de huerta escolar donde el estudiante pueda comprender el proceso de muestreo y análisis fisicoquímico de suelos, así como posibles enmiendas orgánicas que se puedan utilizar para optimizar los suelos dentro del proceso de mineralización del nitrógeno y el ciclo biogeoquímico del nitrógeno.

Una iniciativa pedagógica es una acción deliberada y decidida de los educadores para mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje en un contexto determinado. Implica desarrollar y aplicar enfoques innovadores de la enseñanza, el aprendizaje y

la evaluación, con el fin de mejorar la participación, la motivación y el rendimiento de los estudiantes. Iniciativas comunes involucran la incorporación de nuevas tecnologías en el aula, la creación de un nuevo plan de estudios o programa, la aplicación del aprendizaje basado en proyectos o en la investigación o la adopción de una nueva estrategia o metodología de enseñanza (Silva, 2021).

La iniciativa pedagógica a aplicar en este proyecto fue la huerta escolar. Este proyecto tiene numerosas ventajas concretas para la comunidad educativa (Egea- Fernández, Egea-Sánchez, & Guerrero, 2016). En primer lugar, proporciona una experiencia de aprendizaje práctica, que permite a los alumnos adquirir conocimientos prácticos sobre la biología de las plantas, los ecosistemas y el medio ambiente. Trabajando en el huerto, los alumnos pueden observar y aprender sobre el crecimiento de las plantas, la interdependencia de las distintas especies y el impacto de factores ambientales como el clima y la calidad del suelo. Este tipo de aprendizaje experimental puede ayudar a los alumnos a comprender conceptos más profundamente y a recordarlos mejor que si sólo se enseñaran teóricamente.

Al participar en un proyecto de huerta escolar, los alumnos pueden aprender sobre la importancia de la conservación del medio ambiente, la sostenibilidad y el papel de las plantas en el ecosistema, así como aspectos concretos de los ciclos biogeoquímicos, como se le dio uso en esta investigación. Por último, un proyecto de huerto escolar puede proporcionar un espacio para que los alumnos trabajen juntos, establezcan relaciones y desarrollen habilidades de trabajo en equipo, lo que puede ser beneficioso para su desarrollo social y emocional (Egea-Fernández, Egea-Sánchez, & Guerrero, 2016).

Se ha encontrado que el espacio de semillero de investigación escolar permite la aplicación de transversalización mediante el uso de la investigación y se ha demostrado su utilidad en la evolución de la dimensión cognitiva, afectiva y actitudinal del estudiante hacia las ciencias y hacia el espacio de laboratorio de química (Ávila-Ascanio & Chalela-Álvarez, 2021). Es por esto que la presente investigación toma como participantes los estudiantes inscritos y activos en un semillero de investigación escolar de química, esperando que los mismos tengan una serie de expectativas y actitudes que faciliten el aprendizaje y el proceso investigativo que se da en el espacio del semillero.

Finalmente, es importante destacar que en esta investigación se cubrió el tema de mineralización del nitrógeno, el cual es un tema ideal para finalizar grado décimo e iniciar grado once, dado que da al estudiante la perspectiva de la diferencia entre química inorgánica y química orgánica, como se cubre curricularmente en Colombia en estos grados. La mineralización del nitrógeno es el proceso por el cual los compuestos orgánicos de nitrógeno del suelo se convierten en formas inorgánicas disponibles para la absorción por parte de las plantas (Alvarez, Martínez, & Herrón, 1976). Este proceso lo llevan a cabo microorganismos del suelo como bacterias y hongos, que descomponen la materia orgánica y liberan nitrógeno en el suelo.

El proceso de mineralización del nitrógeno consta de varias etapas. En primer lugar, los microorganismos del suelo descomponen los compuestos orgánicos del nitrógeno, como las proteínas y los aminoácidos, en compuestos más simples como el amonio (NH_4^+). Este proceso se conoce como amonificación. A continuación, un grupo de bacterias llamadas nitrificantes convierten el amonio en nitrito (NO_2^-) y después en nitrato (NO_3^-).

Este proceso se conoce como nitrificación. El nitrato es la principal forma de nitrógeno que las plantas pueden absorber y utilizar para su crecimiento.

Finalmente, el nitrato es absorbido por las raíces de las plantas o puede perderse del suelo por lixiviación o desnitrificación, que es el proceso por el que el nitrato se convierte de nuevo en nitrógeno atmosférico. La tasa de mineralización del nitrógeno en el suelo depende de varios factores, como la temperatura, la humedad, el pH y la cantidad y el tipo de materia orgánica del suelo. El proceso de mineralización del nitrógeno puede incrementarse mediante prácticas como la adición de materia orgánica seleccionada al suelo (enmiendas), el uso de cultivos de cobertura y la reducción de la labranza, que pueden ayudar a mantener una comunidad microbiana del suelo sana.

3.- Método

Esta es una investigación de enfoque cualitativo y alcance descriptivo. No se analizan datos estadísticos de peso para responder la pregunta investigativa y en esencia, se busca describir la experiencia de semillero de investigación escolar en química para resolver el problema investigativo que tiene que ver con la mineralización del nitrógeno.

Es también un estudio de Investigación Acción Participativa (IAP), ya que según Balcazar (2003), en la IAP, "Los miembros de la comunidad son los actores críticos en la transformación de su propia realidad social" que fue lo que efectivamente sucedió en esta investigación, es decir, fueron los estudiantes quienes evidenciaron un problema, construyeron el proyecto investigativo y ellos mismos dieron con la solución de dicho problema. El docente investigador tomó un rol de orientador y observador del desenvolvimiento y cierre del proyecto.

Para este estudio, se tomó como participantes 28 estudiantes: diecisiete estudiantes de décimo y once estudiantes de undécimo; de ellos, 17 mujeres y 11 varones. Esta muestra fue intencionada porque se tomaron solo estudiantes con promedio aceptable o bueno en las tres áreas de ciencias naturales (biología, química y física) y además fue de voluntarios, toda vez que los estudiantes comprendían que su participación en el estudio era netamente voluntaria y no representaba ninguna concesión en nota o favorecimiento en la materia, más allá del aprendizaje que se diera en el contexto del semillero.

Las reuniones con los estudiantes se llevaron a cabo de manera semanal, con espacio de una hora y media para cada reunión. Las reuniones trataban temas de logística, conocimiento del proceso de mineralización del nitrógeno, conocimiento del manejo de huerta escolar, entre otros. En el estudio se consideraron las siguientes fases:

El alcance descriptivo de este estudio hace que el único instrumento de recolección de datos sea el diario de campo pedagógico que el maestro líder tenía sobre la experiencia vivenciada en el día a día durante el tiempo que duró el semillero de investigación. De él se pueden extraer categorías de análisis y categorías emergentes durante el estudio, entre las que se destacan participación en los eventos, interés en lo conceptual, dedicación de tiempo al semillero, relación entre estudiantes, relación con el maestro y comunicación con padres de familia. La validación del instrumento diario pedagógico se llevó a cabo por parte de la filósofa magíster Doris Ardila, maestra en el sector oficial colombiano por más de 18 años.

Todos los estudiantes pertenecientes a la muestra consiguieron permiso de participación mediante un consentimiento informado firmado por sus padres, así como la autorización para uso de imagen y datos.

4.- Resultados

4.1 Condiciones iniciales del suelo

Los estudiantes se mostraron entusiasmados hacia la creación del semillero de investigación y las tareas que se adelantarían en él. El maestro hizo un muestreo autoseleccionado, toda vez que la participación en el semillero era voluntaria y los estudiantes entendían que no recibirían dádivas o nota por pertenecer al semillero de

investigación. Los estudiantes fueron guiados por el maestro en cómo hacer un muestreo de suelos, tarea en la que participaron activamente, como se aprecia en la figura 2.

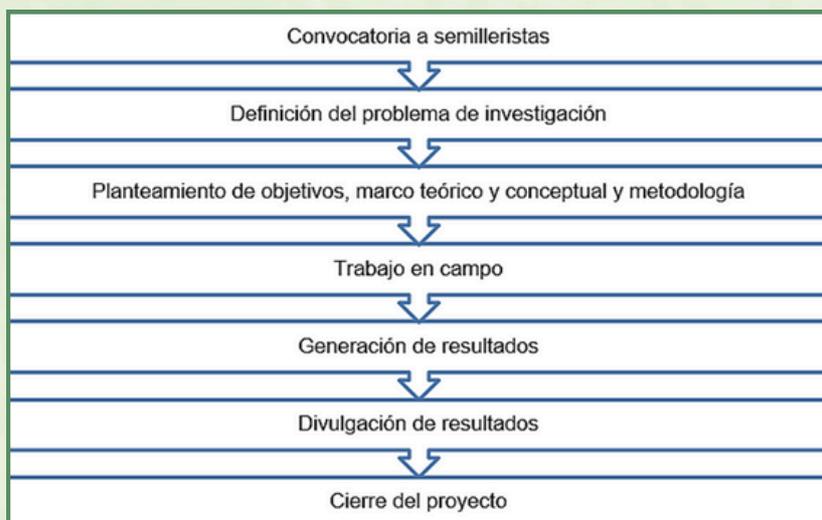


Figura 1. Fases del proyecto



Figura 2. Estudiantes llevan a cabo el muestreo de suelos con método sistemático en X (diagonal).

Al interactuar con el suelo, los estudiantes notaron su contextura franco-arenosa y aprovecharon el proceso de muestreo de suelos, reconociendo la importancia de este tema para el contexto agrícola de su región.

Al llevar la muestra de suelos, se encuentran los resultados presentados en las figuras 3 a 5; un suelo deficiente en magnesio, potasio, aluminio intercambiable, nitratos, sodio, cloro, boro y hierro; con necesidad de suplir o enmendar usando Agrimins, gallinaza, úrea, cloruro de potasio, sulfato de magnesio y fosfato diamónico DAP.

RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICOS DE LA MUESTRA				
	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	CLAVE
TEXTURA	Arena	%	51	-
	Limo	%	42	-
	Arcilla	%	7	-
	Textura	Franco-Arenosa		
ELEMENTOS	Calcio	meq/100cc	22,81	A
	Magnesio	meq/100cc	0,66	D
	Potasio	meq/100cc	0,20	B
	Sodio	meq/L	0,50	M
	Aluminio Intercambiable	meq/100cc	N.A	B
	Manganeso	ppm	33	M
	Cobre	ppm	0,60	M
	Zinc	ppm	7,20	A
	Boro	ppm	0,34	B
	Fósforo Disponible	ppm	74	M
	Azufre	ppm	16	B
	N- NH ₄	ppm	25	A
	N-NO ₃	ppm	30	D
	Hierro	ppm	182	B
	Nitrógeno	-	-	-

Claves de Interpretación			
Excesivo	E	Muestra Insuficiente	M.I.
Alto	A	No Detectable	N.D.
Medio	M	No Analizado	N.A
Bajo	B		
Deficiente	D		

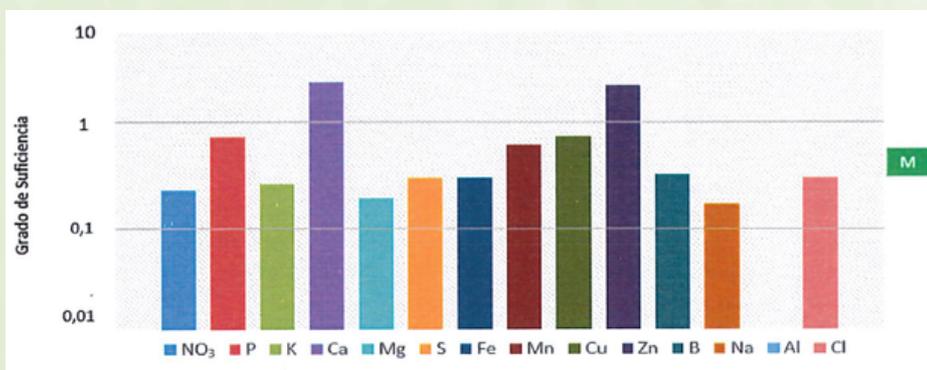


Figura 4. Gráfica de suficiencia nutricional en suelos

Figura 3. Resultados de análisis físico-químico de laboratorio

Para llevar el suelo a ppm	
Nitrógeno Nítrico	242,9
Fósforo	107,32
Potasio	178
Calcio	1008,46
Magnesio	110,25
Azufre	0
Hierro	100
Manganeso	28,59
Cobre	2
Zinc	6
Boro	1

Se requiere aplicar	g/cama	Observaciones
Urea	1000	Para aplicar los elementos menores requeridos en presiembra lo más recomendable es aplicar un compuesto a base de estos elementos: Cu, Zn y B, tal como AGRIMINS. Otra alternativa es aplicarlos durante el ciclo del cultivo por medio de la fertilización de mantenimiento.
DAP	1000	
Cloruro de Potasio	1000	
Cal Dolomítica (2)	0	
Sulfato de Magnesio	1000	
Yeso	0	
Sulfato Ferroso 22%	0	
Sulfato de Manganeso 28%	0	
Sulfato de Cobre 25%	33,6	
Sulfato de Zinc 22%	0	
Bórax 15%	9	Fórmula de microelementos sugerida: Dosis g/cama: 500

Figura 5. Sugerencia de fertilización de presiembra.

En actividades propuestas en clase, se les propuso a los estudiantes analizar e interpretar los resultados de laboratorio de suelos, con posibles propuestas de enmiendas complementarias al proceso de fertilización sugerido por el laboratorio.

4.2 Creación de la huerta escolar

La creación de la huerta escolar se hizo con la participación de los estudiantes, siempre en el espacio de la clase. Se contó con una compostera para nutrir el suelo. En primer lugar, se conceptualizó el problema de investigación para los estudiantes, que tuvo que ver con la descripción de la mineralización del suelo en la huerta, como se aprecia en la figura 6. Los estudiantes recibieron asesoría de experto (figura 7). Se creó una compostera y los estudiantes iniciaron con la plantación (figura 8).



Figura 6. Los estudiantes conceptualizan el problema de investigación.



Figura 7. Los estudiantes reciben asesoría de expertos en huerta escolar de la universidad aliada (Unipaz).



Figura 8. Compostera y siembra.

4.3 Socialización

Los estudiantes que voluntariamente propusieron su participación como presentadores y socializadores de las experiencias tuvieron la oportunidad de presentar su trabajo de investigación y representar su iniciativa ante otros estudiantes del colegio en un evento institucional, ante otros de municipios aledaños en una feria intermunicipal, ante colegios del departamento y próximamente en escenarios nacionales. Dichas participaciones se pueden observar en la figura 9.



Figura 9. Ejercicios de socialización de investigación por parte de los estudiantes.

5.- Discusión y Conclusiones (cuatro[4] páginas aproximadamente)

Se describió en este artículo una experiencia exitosa de proyecto investigativo en el aula usando como contexto la huerta escolar y el uso de enmiendas para optimizar el proceso de mineralización del nitrógeno y con él, el crecimiento vegetal.

Se evidencia que los estudiantes exploraron y trabajaron con conceptos como la nutrición vegetal, la metodología de la investigación, la mineralización del nitrógeno, el ciclo biogeoquímico del nitrógeno y el uso de fertilizantes orgánicos naturales, todo esto mediante las experiencias vivenciales y prácticas alrededor de planear, poner en marcha y asegurar el mantenimiento de una compostera y una huerta escolar.

6.- Agradecimientos/Reconocimientos

La presente investigación fue financiada con recursos propios junto con recursos del programa ONDAS-CONCIENCIA 2023 del Ministerio de las Ciencias de Colombia. Se agradece especialmente a la Escuela Normal Superior Cristo Rey y a los padres de los estudiantes investigadores por el apoyo a sus hijos.

Referencias bibliográficas

Alvarez, C., Martínez, M., & Herrón, F. (1976). Mineralización del nitrógeno en dos suelos del Tolima Sur. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(1), 127-157. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7990114>

Alzate Cano, M. V. (2005). Elemento, sustancia simple y átomo: tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 179-193. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2239059>

Ávila-Ascanio, L. F., & Chalela-Álvarez, G. (2021). Semillero de Investigación en Química y Actitud de los Estudiantes Hacia el Laboratorio. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 56-61. doi: <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.190>

Balcazar, F. (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *fundamentos en humanidades*(1), 59-77.

Egea-Fernández, J. M., Egea-Sánchez, J. M., & Guerrero, M. (2016). HUERTOS ESCOLARES COMO RECURSO PARA LA EDUCACIÓN AGROECOLÓGICA. EL CASO DE LA REGIÓN DE MURCIA. *Agroecología*, 11(1), 19-29. Escuela Normal Superior Cristo Rey. (2018). Proyecto Educativo Institucional.

Barrancabermeja: Escuela Normal Superior Cristo Rey.

Lopes de Sousa, A., & Cardoso, S. (2019). Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de química. *Research, Society and Development*, 8(11), 1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1426>

Silva, E. d. (2021). Um olhar a partir das iniciativas pedagógicas de Pestalozzi e a pedagogia freireana. *Olhares: Revista Do Departamento De Educação Da Unifesp*, 9(3), 175-193. doi: <https://doi.org/10.34024/olhares.2021.v9.12598>

Aprendizaje basado en juegos: una Escape-room on-line sobre bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos

Josep J. Centelles*, Santiago Imperial, Estefanía Moreno, Sandra Pérez-Torras, Pedro R. de Atauri
Departament de Bioquímica i Biomedicina Molecular. Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Diagonal 643. 08015-Barcelona, España
*josepcentelles@ub.edu

1.- Resumen

La asignatura de Bioquímica del grado de Química de la Universitat de Barcelona se trasladó hace un par de cursos al séptimo semestre, aunque la Biología se sigue impartiendo en el primer semestre. A pesar de que los conocimientos de Química Orgánica de los alumnos sean superiores a cuando se impartía en el cuarto semestre, esta separación de 5 semestres entre la Biología y la Bioquímica puede implicar que no recuerden la estructura de las biomoléculas aprendida en Biología. Por ello, nos planteamos preparar unos ejercicios como recordatorio o autoaprendizaje de las biomoléculas.

En nuestro grupo de innovación docente consolidado (QuiMet, Metabolisme al Grau de Química) tenemos una gran experiencia en la preparación de juegos para el autoaprendizaje de la Bioquímica por parte del alumnado. Clasificamos los juegos que preparamos en los basados en anagramas, en palabras huecas, en códigos, en laberintos unicursales y multicursales, en el camino del salto de caballo del ajedrez, en encadenar y relacionar conjuntos, y en crucigramas u otros juegos más complejos. Todos estos juegos se adaptaron a buscar una palabra o una frase clave. Con estas palabras o frases resultado de los juegos, los valores numéricos resultados de un problema, y los tiempos en que en un video se cuenta algún aspecto importante, se prepararon unos cuestionarios de Google cerrados, en los que se solicitaban estas palabras, frases o resultados numéricos.

La Escape-room que presentamos está dedicada a la estructura de bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos. Consta de varias secciones con una parte dedicada a una introducción del tema. En cada sección se realizaba una pregunta cerrada, cuya respuesta permitía superar la sección y pasar a la siguiente. Las preguntas se basaban en la resolución de un problema del que se solicitaba el resultado final, la visualización de un video donde se solicitaba el tiempo en el que aparecía un determinado aspecto comentado, así como de diversas palabras o frases obtenidas a partir de los juegos que habíamos preparado.

Puesto que el grado de Química en la Universitat de Barcelona es un grado de doble semestralización, los cuestionarios fueron respondidos por los alumnos matriculados en el semestre de otoño y por los alumnos del semestre de primavera del curso 2023-2024. Además, se presentaron al final del cuestionario varias preguntas para conocer la satisfacción de los alumnos, que consideraron muy positivamente esta forma de recordar la estructura, jugando al mismo tiempo.

Introducción

Los juegos suelen ser muy apreciados por parte del alumnado y la población en general. Durante la pandemia preparamos diversos juegos para los alumnos [1, 2, 3, 4, 5, 6], clasificados en varias categorías: palabras carentes de sílabas o grupos de letras [7, 8, 9], anagramas [10, 11], laberintos [12, 13], juegos de descifrar con códigos [14, 15], métodos de encadenar [16], juegos del salto del caballo [17, 18], y otros juegos. A partir de estos juegos, y basándonos en otras Escapes-room desarrolladas anteriormente por nuestro grupo de innovación docente (QuiMet) [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], realizamos una Escape-room dedicada a las bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos. Utilizando los cuestionarios de Google Drive, se presentan 9 Secciones con preguntas dedicadas a la estructura de bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos. En cada sección se realizaba una pregunta cerrada, cuya respuesta permitía superar la sección y pasar a la siguiente. Las preguntas se basaban en la resolución de un problema del que se solicitaba el resultado final, la visualización de un video donde se solicitaba el tiempo en el que aparecía un determinado aspecto importante, así como de diversas palabras o frases obtenidas a partir de los juegos que habíamos preparado.

Puesto que el grado de Química en la Universitat de Barcelona es un grado de doble semestralización, los cuestionarios fueron respondidos por los 88 alumnos matriculados en el semestre de otoño del curso 2023-2024, y están siendo contestados por los alumnos de primavera del mismo curso. Además, se presentaron al final del cuestionario varias preguntas para conocer la satisfacción de los alumnos, que consideraron muy positivamente esta forma de recordar la estructura, jugando al mismo tiempo.

Objetivos

Puesto que en el grado de Química de la Universidad de Barcelona el Consejo de Estudios trasladó la asignatura de Bioquímica del cuarto al séptimo semestre curricular, las asignaturas de Biología (que se imparte en el primer semestre) y de Bioquímica (ahora impartida en el séptimo semestre) quedan muy alejadas en el tiempo. Tras 6 semestres de docencia (3 años, si el alumno sigue bien las clases) es difícil que recuerde la nomenclatura que ha aprendido en Biología. Por ello, el objetivo principal de este trabajo consistió en recordarle los aspectos olvidados. Una forma de recordar dichos aspectos consistió en la preparación de una Escape-room sobre la estructura de cada una de las biomoléculas. Aquí nos centramos en una Escape-room dedicada a la estructura de bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos.

Materiales y métodos

Para realizar la Escape-room se efectuó un cuestionario en línea utilizando la aplicación de Google Drive Forms. Google Forms recopila la información de los estudiantes a través de cuestionarios personalizados [26]. Los formularios se pueden distribuir en Secciones y se pueden preparar varios tipos de preguntas: respuesta corta, párrafo, opción múltiple, casillas de verificación, lista desplegable, carga de archivos, escala lineal, cuadrícula de opción múltiple, cuadrícula de casillas de verificación, fecha y hora.

En cada sección se presentaba un juego que podía ser respondido con una palabra, frase o número. Esta respuesta corta (numérica o alfanumérica) se marcaba como obligatoria, y consistía en la palabra clave para poder superar la Sección. En caso de una respuesta numérica (si se solicitaba la resolución de un problema) se aceptaba como resultado un valor entre dos

números, por si el cálculo implicaba valores distintos según las cifras significativas tomadas. Por último, el cuestionario terminaba con un test de Likert con preguntas sobre la satisfacción de la tarea por parte del alumnado.

La Escape-room contenía las 9 Secciones siguientes:

Sección 1.- Esta Sección es simplemente una introducción, y contiene unas preguntas iniciales, que no son palabras clave, es decir de respuesta abierta. Entre dichas preguntas se solicita el nombre del alumno, su correo electrónico, el horario en el que empieza el juego, y si desea hacer algún comentario inicial. Todas estas preguntas admiten respuestas abiertas del tipo de respuestas cortas.

Sección 2.- Esta Sección se inicia con una pequeña introducción, que explica la estructura de las bases nitrogenadas más frecuentes. Entre estas bases, las más frecuentes se clasifican en pirimidinas (uracilo, timina y citosina) y purinas (adenina y guanina; pero también xantina, hipoxantina y ácido úrico) (Figura 1). En la Figura se muestran también otras bases nitrogenadas muy frecuentes: flavina (que forma parte del nucleótido FMN y del dinucleótido (FAD)) y nicotinamida (que forma parte de los dinucleótidos NAD^+ y NADP^+).

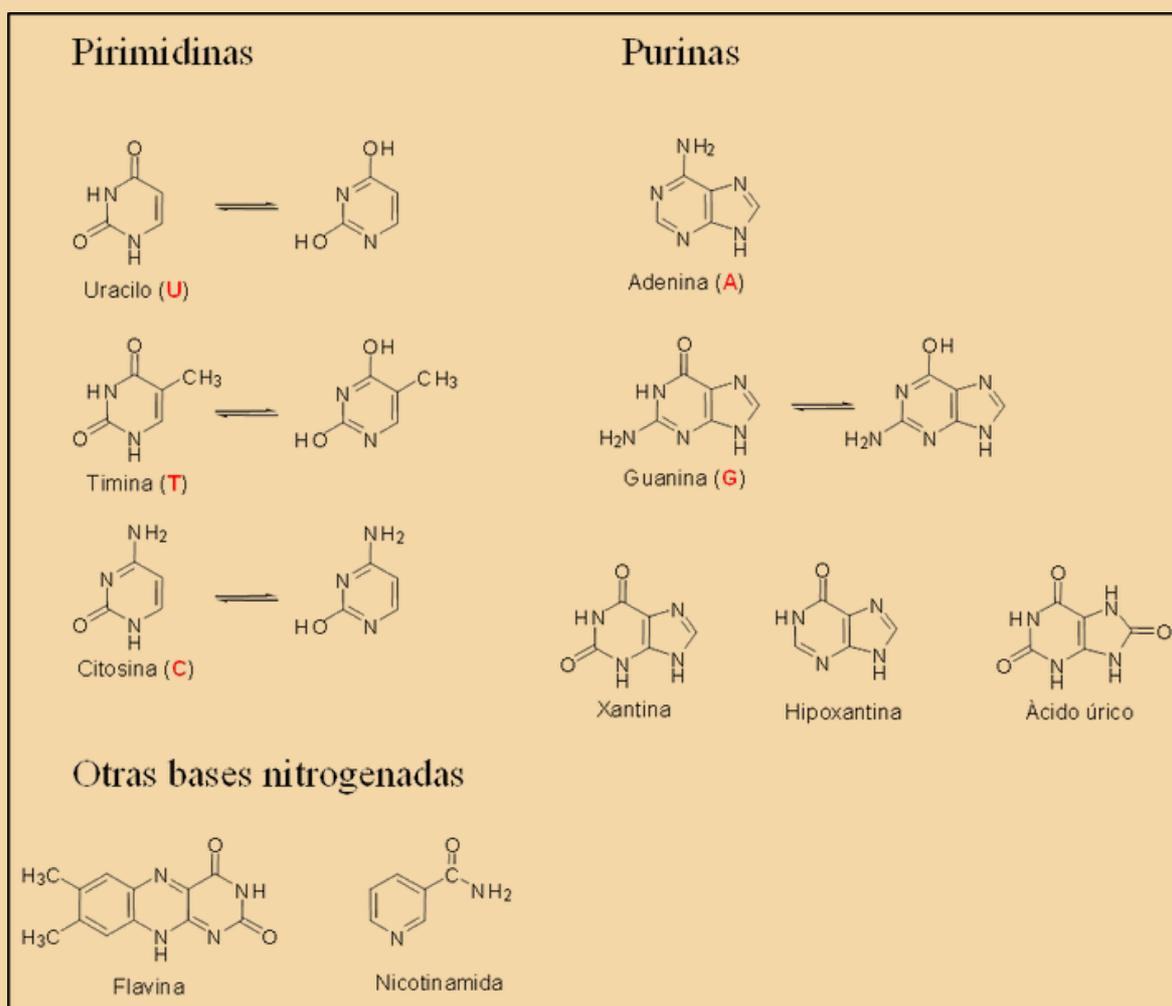


Figura 1. Bases nitrogenadas más frecuentes y sus equilibrios ceto-enol. Entre estas bases se incluyen las purinas (adenina y guanina) y las pirimidinas (uracilo, timina y citosina), que forman parte de los ácidos nucleicos.

El juego de esta Sección era un juego de salto del caballo, en el que se presentaba una cuadrícula 4 x 4, y empezando con la letra del recuadro superior izquierdo y siguiendo el movimiento del salto del caballo se debían recoger las letras para formar una frase (Figura 2). La respuesta clave, es decir, la solución del juego del salto del caballo era: “ADENINA Y GUANINA SON BASES PURÍNICAS”. Este juego permitía identificar las bases purínicas más frecuentes. Estas bases forman parte de la estructura del DNA y del RNA.

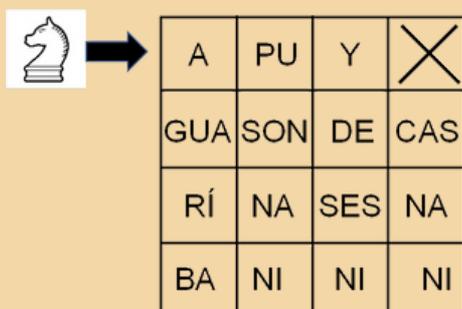


Figura 2.- Juego del salto del caballo en la cuadrícula 4x4. La solución: “ADENINA Y GUANINA SON BASES PURÍNICAS” permitía el paso a la Sección 3 de la Escape-room,

Sección 3.- La siguiente Sección se dedica al otro grupo de bases nitrogenadas que forman parte de los ácidos nucleicos: las bases pirimidínicas. El juego constaba de un laberinto, en el que se solicitaba recoger las letras que se iban encontrando en el camino más corto desde la entrada hasta la salida del laberinto (Figura 3). Así, para el camino (a), las letras recogidas fueron: INTIMA, mientras que para el camino (b) fueron: NOTICIAS. A partir de las letras recogidas se debían buscar anagramas para las bases pirimidínicas. INTIMA es un anagrama de TIMINA y NOTICIAS un anagrama de CITOSINA. Una vez encontradas las dos bases pirimidínicas, se pedía en la Sección la palabra clave, que correspondía a la base pirimidínica que no se encontraba como anagrama entre las letras de ninguno de los dos caminos seguidos. Así, pues, la base nitrogenada ausente era URACILO (ver Figura 1), y ésta era la palabra clave para poder pasar a la Sección siguiente.

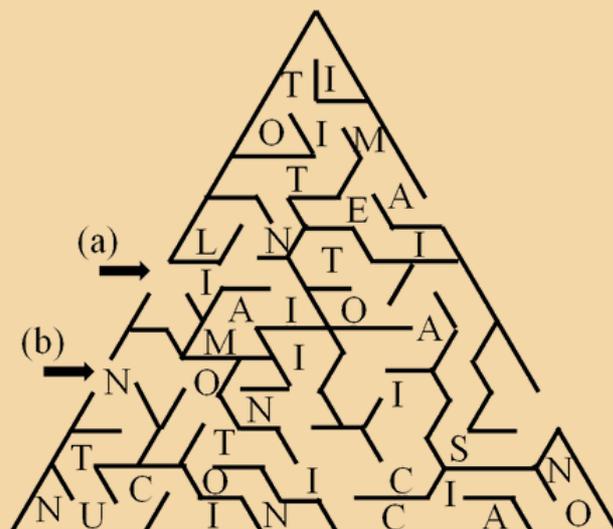


Figura 3.- Laberinto de letras en el camino. Recoger las letras que se encuentran al seguir los caminos más cortos desde las entradas (a) y (b) hasta sus correspondientes salidas. Las letras recogidas forman, en cada caso, dos anagramas que corresponden a dos bases nitrogenadas. La clave es el nombre de otra base nitrogenada de su misma estructura.

Sección 4.- En esta Sección se introduce la estructura de los nucleósidos, que consisten en las biomoléculas que contienen una base nitrogenada unida a un monosacárido. El monosacárido más frecuente es la D-ribosa o la D-2'-desoxirribosa. Su carbono anomérico puede formar un enlace N-glicosídico con un nitrógeno de la base nitrogenada (el nitrógeno 1 de las pirimidinas o el nitrógeno 9 de las purinas). Para distinguir la numeración de los átomos de los carbonos del monosacárido se numeran como 1', 2', 3', 4' y 5', mientras que los átomos de carbono de las bases nitrogenadas se numeran con números normales. El enlace N-glicosídico se forma con pérdida de agua a partir del hidroxilo del carbono 1' y el protón del grupo NH correspondiente de la base nitrogenada (1 o 9, según si se trata de una pirimidina o de una purina). En la Figura 4 se detallan las estructuras de los nucleósidos más frecuentes.

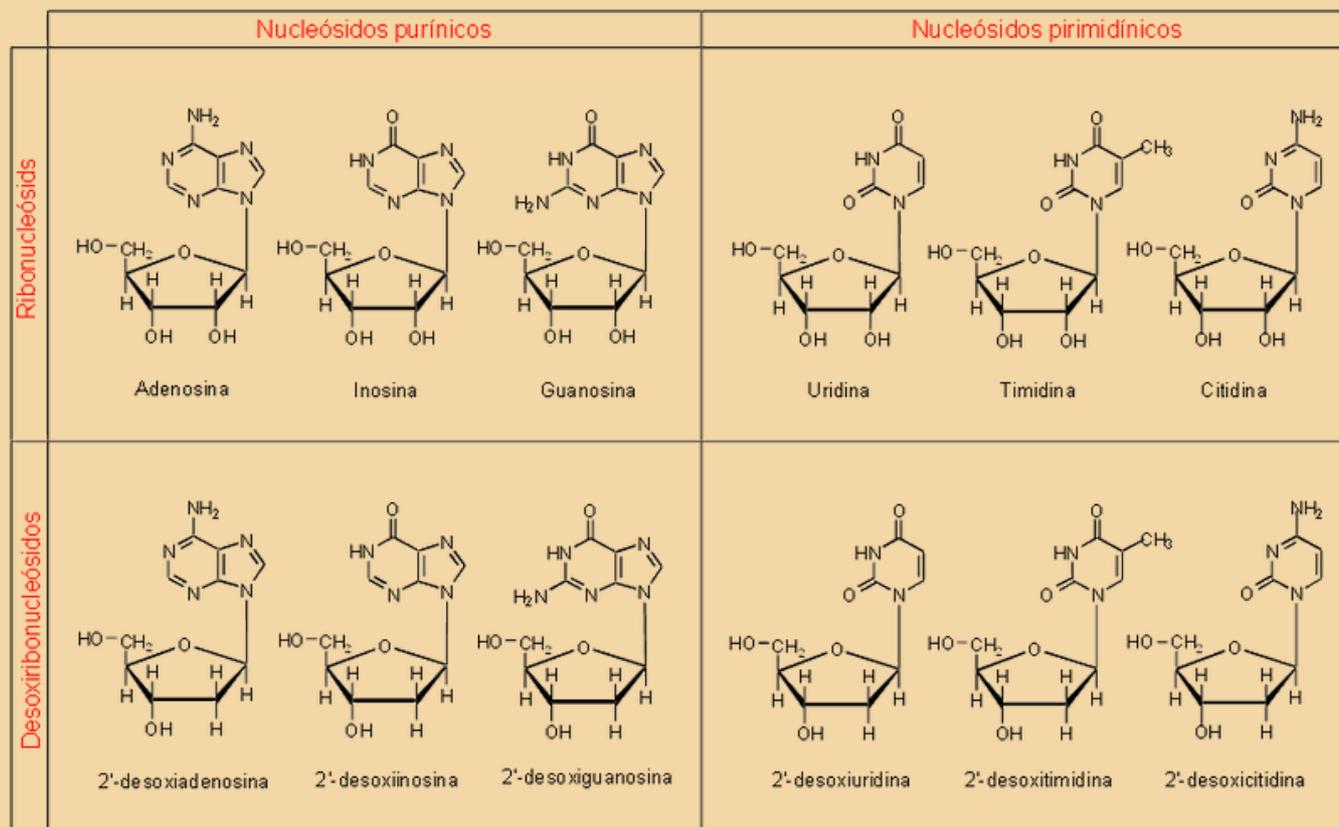


Figura 4.- Estructuras de los nucleósidos más frecuentes. Se forman a partir de un monosacárido (D-ribosa o D-2'-desoxiribosa) y una base purínica (adenina, hipoxantina, guanina) o pirimidínica (uracilo, timosina, citosina).

Esta Sección incluye un juego basado en códigos. El código es el que se indica a continuación:

Código numérico:

A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M - N - Ñ - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z
 01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 06 - 07 - 08 - 09 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 26 - 27

Utilizando el código numérico anterior, se solicita descodificar las siguientes palabras, que corresponden a los nombres de los nucleósidos que se han mostrado en la Figura 4:

- 01-04-05-14-16-20-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-07-22-01-14-16-20-09-14-01
- 22-19-09-04-09-14-01
- 09-14-16-20-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-01-04-05-14-16-20-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-09-14-16-20-09-14-01
- 03-09-21-09-04-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-22-19-09-04-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-21-09-13-09-04-09-14-01
- 21-09-13-09-04-09-14-01
- 04-05-20-16-25-09-03-09-21-09-04-09-14-01

Una vez descodificados los nucleósidos, se solicita como palabra clave el nombre del nucleósido que aparece en la Figura 4 y que no aparece entre los nucleósidos codificados numéricamente.

Las palabras que se obtienen a partir de la decodificación de los nucleósidos anteriores son:

- ADENOSINA
- DESOXIGUANOSINA
- URIDINA
- INOSINA
- DESOXIADENOSINA
- DESOXIINOSINA
- CITIDINA
- DESOXIURIDINA
- DESOXITIMIDINA
- TIMIDINA
- DESOXICITIDINA

Así pues, el doceavo nucleósido, que no está en la lista anterior pero que sí que aparece en la Figura 4, es la GUANOSINA, que será la palabra clave para poder pasar a la Sección siguiente.

Sección 5.- Esta Sección analizaba la estructura de los nucleótidos, que consisten en biomoléculas que contienen una base nitrogenada unida a un monosacárido, pero también algún grupo fosfato, que esterifica a un alcohol del monosacárido. La D-2'-desoxiribosa no puede formar ésteres de fosfato ni en las posiciones 1' (que está unida a la base nitrogenada), 2' (que no posee grupo hidroxilo), o 4' (cuyo grupo hidroxilo ha formado la estructura cíclica del acetal). Los únicos alcoholes que pueden fosforilarse son los de las posiciones 3' y 5'. En el caso de la D-ribosa también puede fosforilarse el alcohol de la posición 2'.

El juego que se propone en esta Sección consiste en reconocer un nucleótido: el AMP (adenosina 5'-monofosfato o pA) entre la estructura de otros nucleótidos. La Figura 5 muestra 8 nucleótidos diferentes, entre los cuales se incluyen un nucleótido trifosfato: ATP o pppA (opción 1), un nucleótido difosfato: ADP o ppA (opción 2); y seis nucleótidos monofosfato. Entre estos nucleótidos monofosfato, tres contienen bases pirimidínicas (opción 6: timidina monofosfato (TMP, pT); opción 7: uridina monofosfato (UMP, pU); y opción 8: citidina monofosfato (CMP, pC)) y tres contienen bases purínicas (opción 3: guanosina monofosfato (GMP, pG); opción 4: adenosina monofosfato (AMP, pA); opción 5: desoxiadenosina monofosfato (dAMP, pdA)).

Así pues, la respuesta correcta que permite el paso a la Sección siguiente es la opción 4. Este será el número clave que nos permitirá continuar el juego.

En esta Sección se analiza también la nomenclatura que permitirá una abreviatura para los ácidos nucleicos. Si el éster de fosfato se encuentra en 5' del monosacárido, se colocará una p a la izquierda del nucleósido, mientras que si éste se encuentra en 3' se colocará la p a la derecha, permitiendo así la posibilidad de formar un dinucleótido pApC, donde la adenosina posee un grupo fosfato en 5' y en 3', y el mismo fosfato en 3' de la adenosina será el que se unirá en 5' a la citidina.

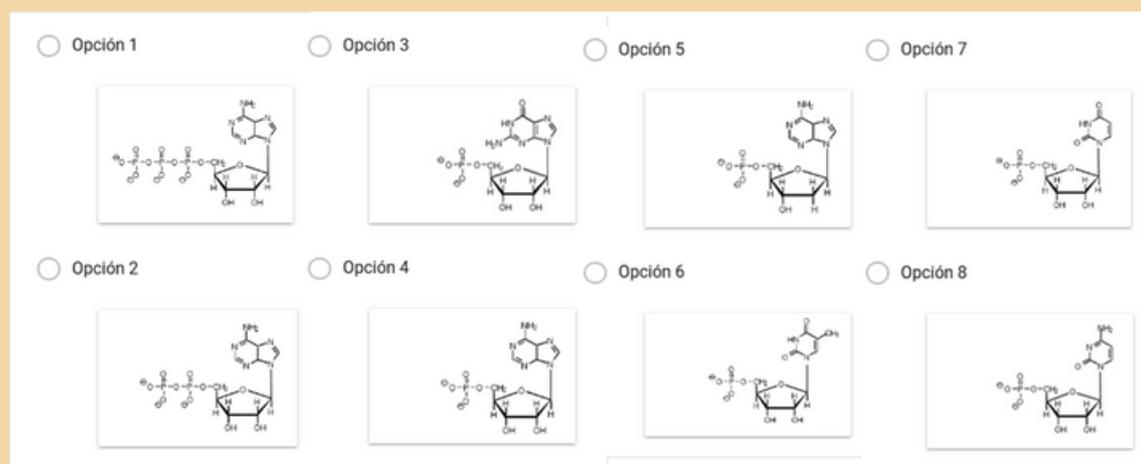


Figura 5.- Estructura de diversos nucleótidos. La palabra clave para poder superar esta Sección consiste en el número que le corresponde a la estructura del AMP (adenosina 5'-monofosfato, o pA), que es la opción 4.

Sección 6.- Tras la palabra clave (el número 4) se entra en la sección siguiente. Se solicita aquí que el alumno visualice un video sobre la estructura e hidrólisis del ATP. El video se encuentra en YouTube [27] y ha sido editado por las Amoeba Sisters. En este video se explica la estructura y la hidrólisis del ATP (pppA) a ADP (ppA) y Pi. Para superar esta Sección se pregunta el momento en segundos en el que se empieza a hablar en el video sobre la hidrólisis del ATP. Puesto que a veces es complicado identificar el momento clave en el que se empieza a hablar en un video sobre un determinado aspecto, se permitió valores de tiempo dentro de un margen de valores (entre 200 y 250 segundos). Cualquier número entre este margen permitía el cambio a la siguiente Sección. Esto permitía que el tiempo clave estuviese dentro de dicho margen. Los alumnos debían visualizar el video e identificar el tiempo que permitiría superar la Sección.

Sección 7.- En esta Sección se describen los ácidos nucleicos, que son polímeros de los nucleótidos. Los fosfatos en 5' de un nucleótido pueden formar un enlace éster de fosfato con un hidroxilo en 3' de otro nucleótido, posibilitando los dímeros, y la cadena se podrá alargar a polímeros. Las cadenas de ácidos nucleicos se forman con nucleótidos que contengan todos ellos el mismo tipo de monosacárido. Si son ribonucleótidos, las cadenas que se forman son de ácido ribonucleico (RNA), pero si son desoxirribonucleótidos se forma ácido desoxirribonucleico (DNA). La estructura del DNA es de doble hebra, y la hebra complementaria se forma, en sentido contrario a la hebra principal, gracias a que las bases púricas (A y G) pueden formar puentes de hidrógenos con las bases pirimidínicas (T y C). Así, adenina forma dos puentes de hidrógeno con timina; y guanina forma tres puentes de hidrógeno con citosina.

El juego de esta Sección es un juego del dominó, que se basa en el apareamiento de las bases en el DNA. Se presentan 4 fichas de dominó (ver Figura 6) y se solicita que las fichas se ordenen de modo que las iniciales de las bases (a la derecha del dominó) puedan formar puentes de hidrógeno con los nombres de las bases (a la izquierda de la ficha de dominó). La palabra clave para cambiar de Sección es el orden en que se colocan las 4 fichas de dominó, que es 1432.

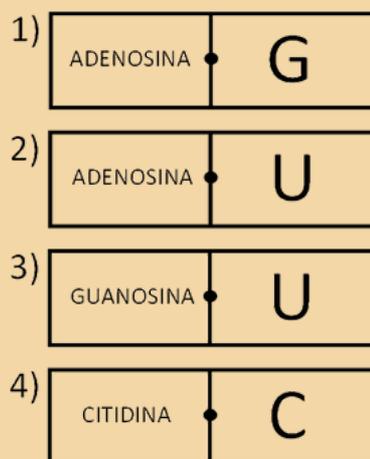


Figura 6.- Fichas de dominó con el nombre completo de una base nitrogenada (parte izquierda de la ficha) y la abreviatura de una base nitrogenada (parte derecha de la ficha). El juego consiste en ordenar las fichas empezando por la ficha 1 y emparejando las abreviaturas de bases con los nombres de las bases de la hebra complementaria del DNA. Hay que tener en cuenta que A-T forman 2 puentes de hidrógeno entre sí, y G-C forman 3 puentes de hidrógeno.

Sección 8.- Prosiguiendo con la estructura y función de los ácidos nucleicos, en esta Sección se presenta un laberinto de preguntas y respuestas (Figura 7), en la que se consulta preguntas sobre la estructura de los ácidos nucleicos. Empezando desde la parte superior izquierda del laberinto, se realiza una pregunta. La casilla de la pregunta está conectada con varias casillas respuestas, y el alumno debe elegir cuál de ellas es la correcta. Una vez elegida la casilla con la respuesta correcta, se toma la letra que conecta ambas casillas. Así, recogiendo las letras que conectan las preguntas con las respuestas correctas se obtiene una palabra clave, que está relacionada con los ácidos nucleicos.

Discusión y conclusiones

Actualmente, en el grado de Química, la asignatura “Biología” se imparte en el primer semestre, mientras que la asignatura “Bioquímica” se imparte en el séptimo semestre. Esta separación de seis semestres entre ambas asignaturas hace que cuando los alumnos llegan al séptimo semestre recuerden poco lo que aprendieron en Biología. Por ello, consideramos que esta Escape-room, juntamente con otras relacionadas con la estructura de los otros principios inmediatos, pueda resultar muy adecuada como recordatorio y útil para empezar con los estudios sobre el metabolismo que se realizarán en la asignatura de “Bioquímica”.

La Escape-room fue contestada por 88 alumnos de los dos grupos de “Bioquímica” del semestre de otoño del curso 2023-2024 y está siendo contestada actualmente por los alumnos del semestre de primavera. Los comentarios de los alumnos en la última Sección de la Escape-room también parecen indicar que esta actividad les ha parecido muy adecuada. Así, algunas de las respuestas dicen: “Muy entretenido y el vídeo muy ameno”, “Es una buena herramienta para completar nuestros conocimientos”, “En general, la dinámica es buena y los ejercicios más dinámicos e interesantes que en comparación con otros escape rooms”. Sin embargo, a algún alumno parece ser que no le gustaron tanto los juegos, y prefiere visionar vídeos antes que leer los textos introductorios: “Personalmente me facilita más el estudio que haya más vídeos (soporte visual) que juegos”. Referente a la valoración numérica, los resultados obtenidos para todas las preguntas están cerca de 7, que es la puntuación máxima, por lo que parece que los juegos han sido del agrado de los alumnos.

Valora si te ha gustado esta Escape-room: $5,8 \pm 0,3$

Valora la dificultad de esta Escape-room: $6,3 \pm 0,3$

Valora la utilidad de esta Escape-room: $6,2 \pm 0,3$

Valora si te has divertido con esta Escape-room: $6,0 \pm 0,3$

Valora si has encontrado interesante esta Escape-room: $5,4 \pm 0,4$

¿Te has encallado en esta Escape-room?: $5,0 \pm 0,4$

Con los comentarios y las valoraciones de los alumnos esperamos mejorar esta innovación docente en los próximos cursos.

Agradecimientos

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 financiación de nuestro proyecto “Escape-room de Bioquímica para el autoaprendizaje: hidratos de carbono, aminoácidos, lípidos, enzimas, transportadores y receptores” (2022PMD-UB/020), así como por habernos reconocido nuestro nuevo proyecto “Gamificación en la asignatura de Bioquímica del grado de Química” (2024PMD-UB/008).

Referencias

- [1]Centelles J.J.; Imperial S.; de Aauri P.; Moreno E. (2021). Aprenentatge amb passatemps. Aplicació de l'aprenentatge amb passatemps a un curs de Bioquímica. Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), [en línia ISSN-e 2385-6203] Núm. 5, pp. 1-9. <https://racó.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/387428>
- [2]Centelles J.J.; Imperial S.; de Aauri P.; Moreno E. (2021). Gamificació en l'assignatura de Bioquímica del grau de Química utilitzant passatemps. 10es JEQC. La Química davant els reptes actuals. Col·legi de Químics de Catalunya. pp. 4-12. ISBN: 978-84-124850-3-5
- [3]Centelles J.J.; Moreno E. (2022). Capítulo 16. Aplicación de los pasatiempos con palabras en la asignatura de Bioquímica. Innovación docente y prácticas educativas para una educación de calidad, Conocimiento contemporáneo 47, 315-337. Coord. Carmen Romero García. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1377-920-1.
- [4]Centelles J.J.; de Aauri P.; Moreno E. (2022). A new way to study biochemistry words by using games. Proceedings of International Conference on Humanities, Social and Education Sciences 1, 61-71. Editors: Omid Noroozi and Ismail Sahin. ISBN: 978-1-952092-33-6.
- [5]Centelles J.J.; Moreno E.; de Aauri P. (2022). Capítulo 34. Preparación de una aplicación de móvil para responder cuestiones de Bioquímica on-line. Innovación digital en comunicación y educación, Colección Conocimiento Contemporáneo 89, 614-637. Coords. Nadia Alonso López, Raúl Terol Bolinches, Pavel Sidorenko Bautista, José María Herranz de la Casa. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-374-4.
- [6]Centelles J.J.; Moreno E.; de Aauri P.; Imperial S. (2023). Capítulo 56. Creación de una aplicación de móvil con cuestiones para utilizarla en el grado de Bioquímica. En "Género y educación ante la manipulación de la comunicación". Colección Conocimiento Contemporáneo, 122, 1033-1055. Coords. Sara Rebollo Bueno, Cristina Pérez de Algaba, Luis Miguel Fernández Martínez. Editorial Dykinson. ISBN: 978-84-1170-143-3.
- [7]Centelles J.J.; Moreno E.; de Aauri P. (2022). Capítulo 23. Pasatiempos para el autoaprendizaje en Bioquímica: Palabras carentes de una sílaba o de un grupo de letras. Transformación digital docente. La gestión sostenible de las organizaciones educativas, Colección Conocimiento Contemporáneo 72, 427-445. Coords. M^a Dolores Díaz-Noguera, Carlos Hervás-Gómez, Pedro Román-Graván, María de los Ángeles Domínguez-González. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-459-8.
- [8]Centelles J.J.; de Aauri P.; Moreno E. (2022). Capítulo 39. Utilización del contexto digital en docencia de Bioquímica: Pasatiempos para aprender la nomenclatura de biomoléculas. Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global, 58, 791-809. Coords. Lorena R. Romero Domínguez y Nuria Sánchez Gey Valenzuela. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-082-8.
- [9]Centelles J.J.; Moreno E.; de Aauri P. (2023). Refuerzo de conocimientos de Bioquímica aplicando juegos de letras o de palabras sencillos. (Reforç de coneixements de Bioquímica aplicant jocs de lletres o de paraules senzilles). (Biochemistry's knowledge reinforcement by using simple letters' or words' games). Revista d'Innovació Docent Universitària 15, 28-41. RIDU. <http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU>. e-ISSN: 2013-2298; ISSN: 2014-1319.
- [10] Moreno E.; Centelles J.J. (2022). Capítulo 17. Juegos sencillos destinados a aprender la nomenclatura de las biomoléculas. Innovación docente y prácticas educativas para una educación de calidad, Conocimiento contemporáneo 47, 338-364. Coord. Carmen Romero García. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1377-920-1.
- [11] Centelles J.J.; Moreno E.; de Aauri P. (2022). Learning Biochemical Biomolecule's Structure and Nomenclature by Using Words Games. Proceedings of ICSES 2022. International Conference on Studies in Education and Social Sciences 1, 455-466. Editors: Amal Ben Attou, M. Lutfi Ciddi, Mevlut Unal. Published by the ISTES Organization. ISBN: 978-1-952092-41-1.

Referencias

- [12] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P. (2022). Capítulo 8. Juegos de palabras basados en anagramas y laberintos para el autoaprendizaje de la nomenclatura de biomoléculas. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula universitaria como consecuencia del Coronavirus, Colección Conocimiento Contemporáneo 70, 158-175. Coords. Jonatán Cruz Ángeles. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-462-8.
- [13] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P. (2023). Gamification using labyrinths and mazes to learn biomolecule's nomenclature of Biochemistry in Chemistry degree. En "Proceedings of International Conference on Research in Education and Science". Editors: Mustafa Koc, Omer Tayfur Ozturk, Mustafa Lutfi Ciddi, Volume 1, 17-29. Published by the ISTES Organization. ISBN 978-1-952092-44-2
- [14] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P.R. (2022). Capítulo 38. Juegos de palabras basados en códigos para el autoaprendizaje de la nomenclatura de biomoléculas. Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global, 58, 769-790. Coords. Lorena R. Romero Domínguez y Nuria Sánchez Gey Valenzuela. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-082-8.
- [15] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P.R. (2023). Self learning by using code-based games: an easy way to learn biomolecule's nomenclature. International Journal on Engineering, Science and Technology (IJonEST), 5(4), 290-305. <https://doi.org/10.46328/ijonest.176>
- [16] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P. (2022). Aplicación de la gamificación en Bioquímica: Juegos de palabras encadenadas para aprender los nombres y estructuras de las biomoléculas. (Gamification Application in Biochemistry: Chained Words Games to Learn Biomolecule's Names and Structures). Revista de Aprendizaje 8 (2), 1-15. Publicado y Sostenido por Common Ground Research Networks. ISSN: 2575-5544 (versión impresa); ISSN: 2575-5560 (versión electrónica).
- [17] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P. (2023). Capítulo 41. Aplicación de diversas cuadrículas en el juego de salto del caballo para encontrar palabras o frases en la asignatura de Bioquímica del grado de Química. Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física, Colección Conocimiento Contemporáneo, 819-840. Coords. Bartolomé Pizà Mir, Francisco Tomás González Fernández, Arturo Quilez Maimón, María Ventura Montserrat Montserrat, Vanessa Cunil Monjo. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-495-6.
- [18] Centelles J.J.; Moreno E.; de Atauri P. (2023). Use of several grids in the knight tour's game to find shorter or longer biochemistry's sentences. International Journal on Engineering Science, and Technology (IJonEST), 5(1), 74-88. <https://doi.org/10.46328/ijonest.147> International
- [19] Marín S.; de Atauri P.R.; Moreno E.; Pérez-Torras S.; Farràs J.; Imperial S.; Cascante M.; Centelles J.J. (2021). An Escape-room about Krebs cycle prepared for chemical students. International Journal on Engineering, Science and Technology, 3(2), 155-164. ISSN: 2642-4088
- [20] Centelles J.J.; Imperial S.; Moreno E.; Pérez-Torras S.; de Atauri P.R. (2023). Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química. Galicia Química 5(2), 14-23. ISSN: 2659-3726. <https://www.colquiga.org/revista-galicia-quimica>
- [21] Marín S.; de Atauri P.R.; Moreno E., Pérez-Torras S.; Farràs J.; Imperial S.; Cascante M.; Centelles J.J. (2023). An Escape-room about Electronic Transport and Oxidative Phosphorylation for Chemical Students. Hands-on Science. Celebration Science and Science Education. Edited by Manuel Filipe P.C. Martins Costa, José Benito Vázquez Dorrio, Josep Maria Fernández Novell, Carme Zaragoza Domenech. pp. 286-288. ISBN: 978-84-8158-973-3. Legal Deposit: VG 374-2023. The Hands-on Science Network. http://www.hsci.info/hsci2023/images/pdfs/conferencie_book_hsci2023.pdf

Referencias

[22] Centelles J.J.; Imperial S.; Pérez-Torras S.; Moreno E.; de Atauri P. (2023). Gamificación utilizando una escape-room de transportadores y receptores para el autoaprendizaje de Bioquímica de los alumnos del grado de Química. FEM. Revista de la Fundación Educación Médica, 26(Supl 1), S24-S25. www.fundacioeducacionmedica.org ISSN: 2014-9840

[23] Centelles J.J.; Imperial S.; Pérez-Torras S.; Moreno E.; de Atauri P. (2023). Aprenentatge de transportadors i receptors mitjançant una Escape-room a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química. En "Química a les aules i laboratoris" Actes a les Onzenes Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya (11es JEQC). Josep M. Fernández Novell, Mireia Diaz Lobos, Mercè Talló, Oriol, Güell, Javier Méndez. ISBN: 978-84-126815-0-5, pp. 87-101.

[24]Centelles, J.J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P.R. (2023). Capítulo 1. Aprendizaje basado en juegos: Una Escape-room online de aminoácidos y proteínas. En "Estudios teórico-metodológicos en Ciencias Exactas, Tecnológicas y de la Tierra 3", Denis Medina Guedes, Leonardo França Da Silva, Victor Crespo de Oliveira (Organizadores), pp. 1-15. Atena Editora. ISBN: 978-65-258-2009-5. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.095232212>

[25] Centelles J.J.; Imperial S.; Pérez-Torras S.; Moreno E.; de Atauri P.R. (2023). Preparació de una Escape-room del cicle de Krebs per a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química. Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), [en línia ISSN-e 2385-6203], Núm. 6, pp. 1-9. <https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/issue/view/31562>

[26] Gavin, B. (2019). The Beginner's Guide to Google Forms. <https://www.howtogeek.com/434570/the-beginners-guide-to-google-forms/>

[27] Amoeba Sisters. (2019). What is ATP. <https://www.youtube.com/watch?v=23Zzl6WZS2>

Percepción del Impacto del uso de los Modelos Moleculares como Estrategia Didáctica para el Estudio de Química Orgánica en Estudiantes Universitarios de Ciencias Ambientales e Ingeniería Química

Lidianys María Lewis Luján, Simon Bernard Iloki Assanga, Juan Carlos Gálvez Ruiz
Departamento de Ciencias Químico Biológicas (DCQB) de la Universidad de Sonora, México
Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro Hermosillo, C.P. 83000, Sonora, México
lidianys.lewis@unison.mx; simon.iloki@unison.mx; juan.galvez@unison.mx

Introducción

El uso de juegos moleculares como herramienta didáctica en la enseñanza de la química orgánica ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes universitarios, especialmente aquellos en las áreas de ciencias ambientales e ingeniería química. Esta estrategia permite visualizar y comprender la estructura tridimensional de las moléculas, lo que es fundamental para entender cómo interactúan en el medio ambiente y en procesos industriales [1]. Los ambientalistas pueden utilizar modelos moleculares para estudiar la estructura de compuestos químicos presentes en contaminantes ambientales y diseñar estrategias de mitigación [2,3]. Por otro lado, los ingenieros químicos pueden emplearlos para diseñar y optimizar procesos de síntesis de productos químicos con menor impacto ambiental. La técnica se basa en la construcción y manipulación de modelos tridimensionales que representan moléculas y compuestos químicos, facilitando así el entendimiento de conceptos complejos y abstractos. En resumen, los modelos moleculares son una herramienta poderosa que ayuda a ambos grupos a abordar desafíos en sus respectivos campos con un enfoque más preciso y sostenible [4].

Los modelos moleculares como herramienta educativa ofrecen múltiples beneficios para la enseñanza y aprendizaje de la química orgánica en el salón clases con una mayor interacción estudiantes-docente:

I. Visualización de Estructuras Moleculares: Los modelos moleculares permiten a los estudiantes visualizar y comprender mejor las estructuras tridimensionales de los compuestos orgánicos. Esto es crucial para entender cómo los átomos se organizan en el espacio y cómo se forman los enlaces químicos [5].

II. Fomento del Aprendizaje Activo: Los juegos moleculares fomentan una participación activa en el proceso de aprendizaje, lo que puede aumentar la retención de información y hacer que el estudio de la química orgánica sea más atractivo y menos intimidante para los estudiantes [6].

III. Comprensión de Conceptos Complejos: Utilizar estos modelos ayuda a simplificar conceptos complejos, como la isomería, la estereoquímica y las reacciones químicas, permitiendo a los estudiantes experimentar de manera tangible cómo interactúan las moléculas [7].

IV. Desarrollo de Habilidades Espaciales: Manipular modelos moleculares desarrolla la imaginación espacial y las habilidades de visualización, habilidades esenciales en el campo de la química orgánica y fundamentales para la resolución de problemas en ingeniería química y ciencias ambientales.

V. Promoción del Trabajo Colaborativo: Estos juegos pueden ser utilizados en actividades grupales, promoviendo el trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes. Esto es especialmente beneficioso en carreras como ingeniería química y ciencias ambientales, donde el trabajo en equipo es fundamental [8].

Metodología

El proyecto docente tiene la finalidad de contrastar la efectividad del empleo de modelos moleculares durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia de Química Orgánica en 65 estudiantes de las carreras Ciencias Ambientales (CA) y de Ingeniería Química (IQ) de la Universidad de Sonora, México. En esta investigación docente-educativa se utilizaron cajas didácticas comerciales de los modelos moleculares basados en el aprendizaje activo de los diferentes temas. Se aplicaron pruebas para la recolección de datos, encuesta y reflexiones a estudiantes del II semestre en el periodo 2024-1.

Para implementar efectivamente los juegos moleculares en el aula, se integró esta herramienta en sus estrategias didácticas de varias maneras:

- **Sesiones Prácticas:** Incorporación de sesiones prácticas donde los estudiantes construyeron modelos moleculares para visualizar diferentes tipos de compuestos y reacciones químicas.
- **Proyectos Colaborativos:** Se fomentaron proyectos colaborativos que requirió el uso de modelos moleculares para resolver problemas complejos o diseñar experimentos.
- **Evaluaciones Interactivas:** Utilización de los modelos en evaluaciones interactivas para que los estudiantes demuestren la comprensión de los conceptos de química orgánica de manera práctica.

Resultados y análisis

Al realizar el análisis de resultados se obtuvo que del total de estudiantes encuestados 81% son de la carrera de Ciencias Ambientales (CA) y el otro 19% representa a los estudiantes de Ingeniería Química (IQ) de los turnos matutino y vespertino respectivamente. Ambas carreras recibieron el mismo programa de estudio de la materia de química orgánica, para lo cual fue necesario realizar actividades para adecuarlo a los perfiles profesionales de cada especialidad. Desde el primer momento se le explicó a los estudiantes sobre la facilidad que ofrecen los juegos moleculares para una mejor comprensión de los temas a abordar durante el curso.

Para ello se indagó sobre el conocimiento y uso de esta estrategia didáctica en cursos previos durante la preparatoria o primer semestre de la carrera. Los resultados indican que de manera general el 57% no conocían de la existencia de estos modelos moleculares mientras que para un 43% se obtuvo una respuesta positiva al conocimiento de estos modelos (Figura 1a).

Al realizar el análisis por tipo de carrera se obtuvo un resultado predecible el 64% de los estudiantes de ciencias ambientales no tenían noción ni uso de esta herramienta, mientras que un 36 % indicó conocer al respecto, sin embargo, para los estudiantes de ingeniería química el 75% mostró tener información previa y solo un 25% tuvo desconocimiento sobre el tema (Figura 1b, 1c). Este resultado eran esperado para los estudiantes de IQ donde por la inclinación hacia la química como carrera profesional podían tener un conocimiento de la materia mejor orientado.

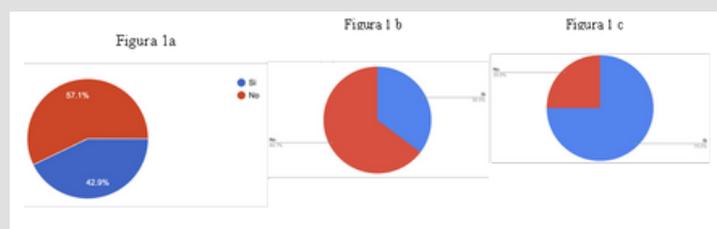


Figura 1: Conocimiento previo de la existencia y uso de los modelos moleculares: 1a (todos los estudiantes), 1b (estudiantes de CA), 1c (estudiantes de IQ)

Existen varios tipos de modelos moleculares utilizados en la enseñanza y el estudio de la química, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Dentro de ellos podemos mencionar los modelos de barras y esferas, los modelos espaciales, los modelos de bolas y varillas, los modelos de esqueleto y por último los modelos computacionales. En el presente proyecto educativo se decidió trabajar con cajas didácticas moleculares de barras y esferas comerciales por su diversidad de modelos y relativamente fácil disponibilidad. Para ello entre 3-4 estudiantes se agruparon en equipos para adquirir los diferentes modelos moleculares.

En relación al tipo de modelo molecular se observa que el 90.5 % de los estudiantes compraron el modelo Molymod set, mientras que un 4.8% adquirieron los modelos HGS Polyhedron y el Cochranes respectivamente (Figura 2). Estos dos últimos modelos diferentes fueron adquiridos por estudiantes de ciencias ambientales lo que permitió realizar modelados de compuestos orgánicos con representaciones tridimensionales más variadas. Normalmente en las aulas de clase, los docentes emplean el método de clase-disertación para abordar los distintos temas. Esto implica una forma discursiva, muchas veces monótona, sin que haya suficientes elementos que demuestren que los estudiantes se involucren realmente en su aprendizaje.

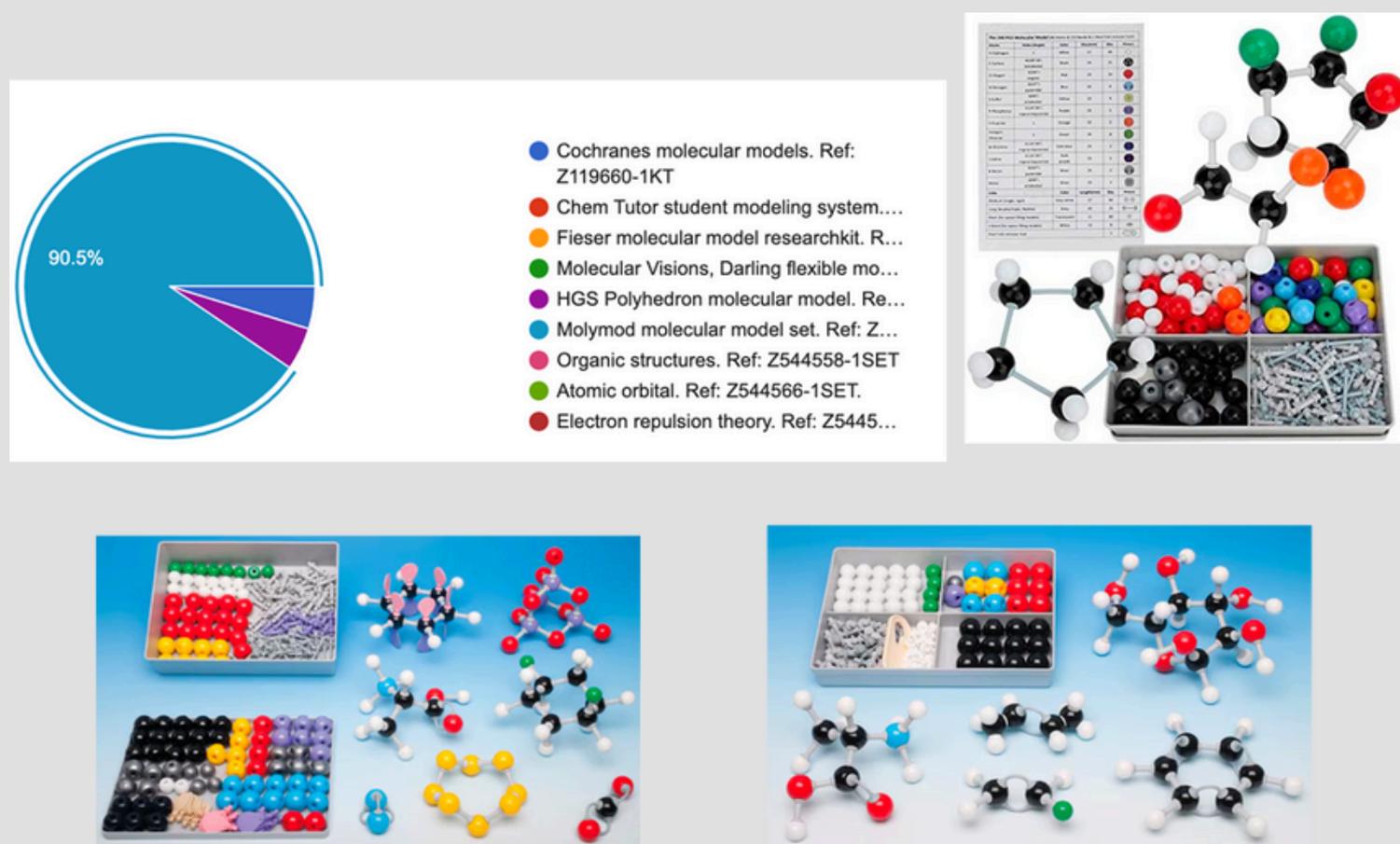


Figura 2. Tipos de modelos moleculares adquiridos por los estudiantes: Molymodset (superior), HGS Polyhedron (inferior izquierda) y Cochran (inferior derecha)

Metodología

En este sentido, el empleo de los modelos moleculares y una mayor variedad de tipos de juegos moleculares permitieron mayor interacción docente-estudiante, estudiante-estudiante y más motivación por parte del alumnado, lo que finalmente desemboca en un aprendizaje más eficiente, recreativo, promoviendo un ambiente agradable, distendido y seguro para que el estudiante afronte problemas fundamentales de química mientras se divierte, genera empatía y una sensación de comunidad con sus compañeros.

Cada uno de estos modelos moleculares tiene aplicaciones y beneficios específicos dependiendo del nivel de detalle y el tipo de molécula que se desea estudiar. El Molymod set es ideal para usos educativos básicos debido a su facilidad de uso y accesibilidad, mientras que los modelos HGS Polyhedron y Cochrane ofrecen una mayor precisión y son más adecuados para estudios avanzados y profesionales.

Los diferentes modelos moleculares adquiridos por los distintos equipos tuvieron un costo entre \$200 y superior a los \$1000 pesos mexicanos (MXN) (Figura 3). El 71.4 % de la inversión realizada tuvo un costo entre \$ 250-500 MXN correspondiente al modelo Molymod set, mientras que para un 19% el gasto osciló entre los \$ 500-750 MXN para los modelos Molymod set y HGS Polyhedron y en un porcentaje inferior (4.8) sobrepasó los \$ 1000 MXN (Cochrane). Las principales características que presentan el modelo Molymod set es ser popular y ampliamente utilizado en la enseñanza de la química inorgánica y orgánica, incluye piezas codificadas por colores para representar diferentes átomos y enlaces y por último es fácil de armar y desmontar, lo que lo hace ideal para el uso en clases prácticas.

Dentro de las ventajas se encuentran una buena relación calidad-precio, flexibilidad para construir una amplia variedad de estructuras moleculares y proporciona una clara visualización de la geometría molecular y los ángulos de enlace. Mientras como desventajas podemos mencionar que las piezas pueden perderse fácilmente y no siempre muestra de manera precisa la densidad electrónica de los átomos [9].

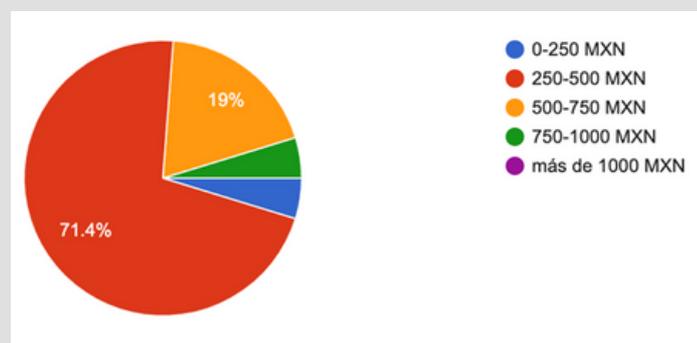


Figura 3. Precios de los diferentes modelos moleculares comerciales

Como principales características para los modelos HGS Polyhedron se destacan la de ser diseñados para proporcionar una representación precisa de las estructuras moleculares tridimensionales, ideales para moléculas complejas y polímeros donde conjuntos como el HGS Polyhedron Molecular Model 1002Alpha y el 1000Alpha están disponibles para diferentes niveles de complejidad. Estos modelos tienen como ventajas una alta precisión en la representación de estructuras tridimensionales y son muy útil para visualizar isómeros y la estereoquímica. Sin embargo, entre las desventajas pueden mencionarse ser más caro en comparación con otros modelos y se requiere más tiempo y habilidad para armar estructuras complejas [10].

El modelo Cochran es conocido por sus modelos de barra y esfera que representan átomos y enlaces con precisión. Además es utilizado en educación e investigación debido a su precisión y durabilidad permitiendo visualizar la estructura tridimensional y los ángulos de enlace de las moléculas. Como ventajas podemos mencionar que son muy robusto y duradero, presentan precisión en la representación de las posiciones atómicas y los enlaces aunque como limitación pueden ser costoso y la complejidad del montaje puede ser un desafío para los principiantes.

En este proyecto educativo era interesante conocer si los estudiantes usaban sistemáticamente los modelos moleculares para la resolución de sus actividades prácticas. Para ello se evaluó con qué frecuencia a la semana utilizaban esta herramienta de aprendizaje, así como en qué lugar (escolar o extraescolar) hacían el mayor empleo de la misma. Como se muestra en la figura 4 a en sentido general el 57.1% indicó una frecuencia de 1 a 3 veces en el uso semanal de los modelos moleculares seguido por un 33.3% que la frecuencia estuvo de 1-2 veces a la semana. Sin embargo, resulta contrastante e inesperado este indicador entre los estudiantes de ambas carreras (Figura 4 b y 4 c).

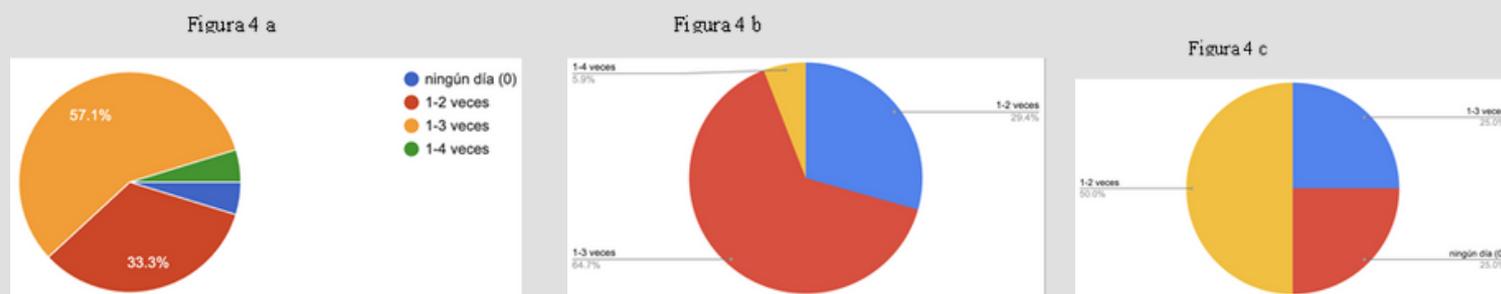


Figura 4 Frecuencia de uso semanal de los modelos moleculares (4 a todos incluidos), 4 b (estudiantes de CA) y 4 c (estudiantes de IQ)

A pesar de que los estudiantes de IQ tenían un 75 % de conocimiento previo de la existencia de los modelos moleculares, solo el 50% reportó una frecuencia de uso de 1-2 veces, muy inferior al compararse a los estudiantes de CA. Para estos estudiantes el 65 % reportó un uso de 1-3 veces semanal alcanzándose esta frecuencia solamente en el 25% de los estudiantes de IQ. Existen escasos reportes en la literatura docente-educativa donde se analicen y compare el aprendizaje de la química orgánica entre una ingeniería “dura” (IQ) frente a una licenciatura en ciencia ambiental. Se puede inferir a que este comportamiento pudiera estar relacionado con que los estudiantes de IQ posean otras herramientas de aprendizaje y que los modelos moleculares no tengan el mismo nivel de impacto a lo que se obtuvo para los estudiantes de CA. Además la muestra de estudiantes de IQ es significativamente menor que para los estudiantes de CA lo cual también puede influir en el resultado.

Con relación a donde los estudiantes usaban los modelos moleculares para reforzar los conocimientos adquiridos no solo en el salón de clases sino en espacios extraescolares se puede observar (Figura 5 a) que el 52.4 % usó los juegos moleculares en el salón de clases y que un importante número (47.6 %) también utilizaba esta herramienta para resolver ejercicios y estudiar los materiales combinando los espacios casa/salón. Esto muestra que el empleo de estos modelos sirve como una estrategia alternativa y como una oportunidad para adquirir los conocimientos, destrezas, habilidades y competencias que les permita desarrollar su formación profesional.

Figura 5 a

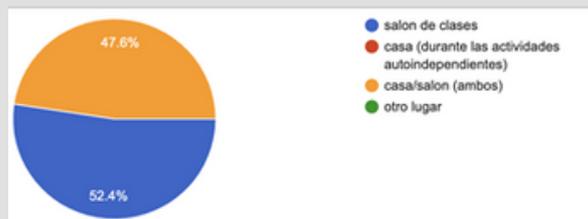


Figura 5 b

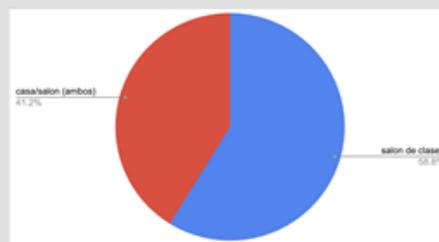


Figura 5 c

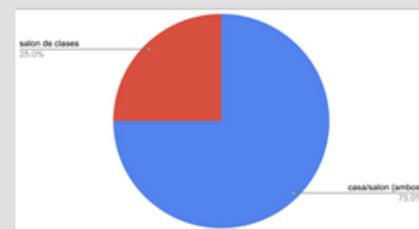


Figura 5. Lugar de preferencia de uso de los modelos moleculares: 5 a (respuesta global), 5 b (CA), 5 c (IQ).

Al evaluar las respuestas de los estudiantes según el tipo de formación profesional se denota que para los estudiantes ambientalistas la utilización de la modelación molecular principalmente se lleva a cabo en el salón de clases (58.8 %) (Figura 5 b) bajo la asesoría directa del docente. Este resultado está dado fundamentalmente porque estos estudiantes el aprender haciendo la representación tridimensional de las moléculas les permitía asimilar mejor el conocimiento abstracto con el apoyo del maestro. A diferencia de los estudiantes IQ donde el 75 % hizo uso de esta herramienta didáctica en ambos espacios (casa/aula) (Figura 5 c). Este comportamiento permite deducir una mayor autonomía de aprendizaje para los estudiantes IQ a pesar de anteriormente haber reportado una frecuencia de uso de estos modelos moleculares mucho menor comparado a los estudiantes CA.

Uno de los objetivos fundamentales de este proyecto educativo fue investigar en qué medida los modelos moleculares influían en los estudiantes sobre el interés, enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje, facilidad de apropiación del contenido, utilidad, disfrute y goce del conocimiento recibido. Para lo cual existe información científica de las bondades que ofrecen el incorporar estos modelos en la enseñanza de las ciencias de la química, aunque es de destacar que los resultados de las investigaciones docente al respecto son limitadas y difusas. Por lo que este tipo de investigación puede ser valiosa y enriquecedora para otros profesionales.

En este sentido con relación al interés que despierta el empleo de los modelos durante al aprendizaje activo de los estudiantes se realizaron 2 encuestas aplicando la escala de Likert con 5 opciones de respuesta desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo:

1. La metodología de trabajo usando los modelos moléculas resulta de mayor interés que la metodología habitual
2. Es más interesante el trabajo práctico usando los modelos moleculares a partir de preguntas problemas que sin su utilización

En ambas encuestas los estudiantes en su conjunto arrojaron más de un 80% de interés (24- 43% totalmente de acuerdo y 43-67 % de acuerdo) al poder emplear los modelos moleculares durante los diferentes temas de clases (Figura 6 a). Con respecto al interés mostrado por cada una de las carreras se obtuvo que para los estudiantes IQ el 100% indicaron un mayor interés en le metodología de trabajo y realización de actividades prácticas al emplear los modelos tridimensionales. Sin embargo, un 18 % de los los estudiantes de CA manifestaron una tendencia neutral (ni de acuerdo ni en desacuerdo) aunque superior al 80 % de los mismo mostró una aceptación e interés por los juegos moleculares (Figura 6 b).

Figura 6 a



Figura 6 b

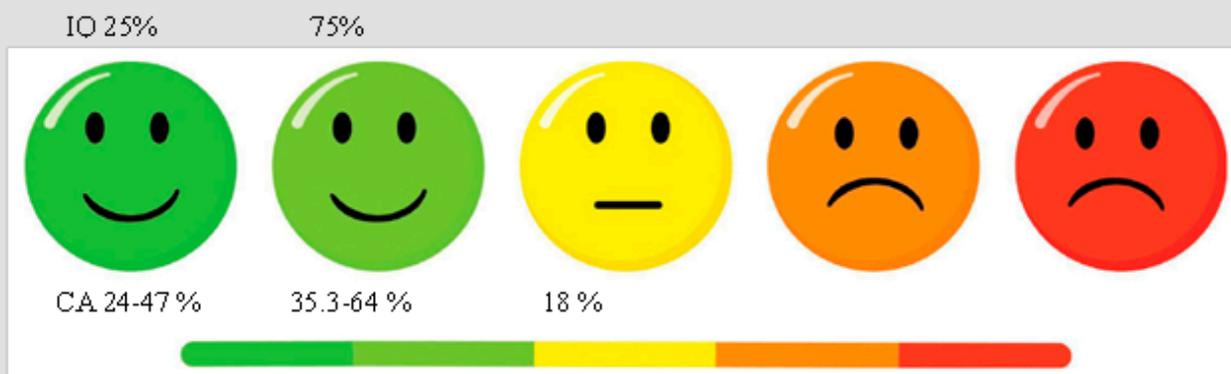


Figura 6. Nivel de interés por las actividades docentes al usar los modelos moleculares

Con respecto a sí al emplear los modelos tridimensionales los estudiantes pueden: entender con mayor facilidad la explicación teórica (I), le permite comprender con mejor claridad la nomenclatura (II) y por consiguiente le resultó útil la herramienta usada (III) las respuestas fueron muy positivas con aceptaciones superior al 80 %. Con percepciones similares entre estudiantes de las dos carreras. No obstante, se puede notar que existió un porcentaje reducido de estudiantes de CA entre el 9-20 % en los cuales los modelos moleculares tuvieron un aporte neutral (ni de acuerdo ni en desacuerdo) durante su aprendizaje y para estudiantes de IQ un 4.8% estuvo totalmente en desacuerdo. Evidenciando nuevamente que el nivel de impacto del beneficio es percibido con algunas diferencias entre los estudiantes (Figura 7).

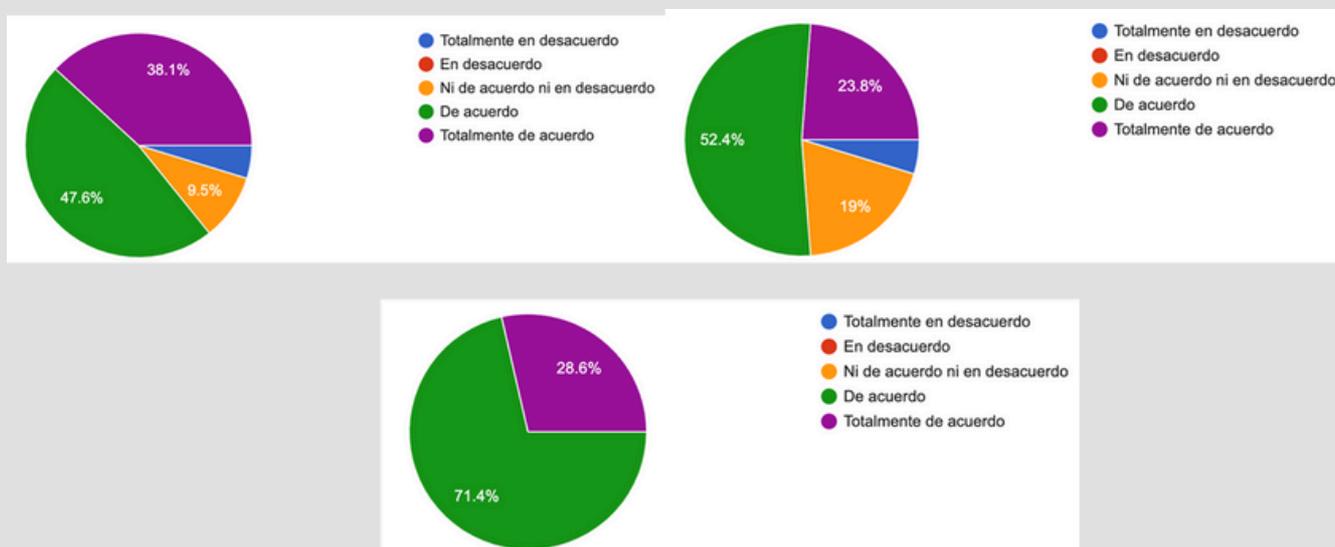


Figura 6. Nivel de interés por las actividades docentes al usar los modelos moleculares

Desde hace algún tiempo se ha considerado que el proceso de enseñanza-aprendizaje resulta más efectivo cuando se genera en un entorno distendido o relajado. Dado a que en este ambiente hay una mejor retención de la información ya que el estrés crónico puede afectar negativamente la memoria y el procesamiento cognitivo. Además este entorno propicia mayor creatividad y pensamiento crítico, esenciales para resolver problemas complejos en química. Un entorno relajado fomenta un ambiente más positivo y colaborativo, lo que puede aumentar la motivación y el interés por la materia. Para ello el aprender los temas de químicas orgánica usando los modelos moleculares generar un espacio armonioso y divertido. Lo anterior se demuestra por el 100% de los estudiantes que manifestaron que disfrutaban más las clases y aprenden mejor al usar este tipo de recurso didáctico (Figura 8).

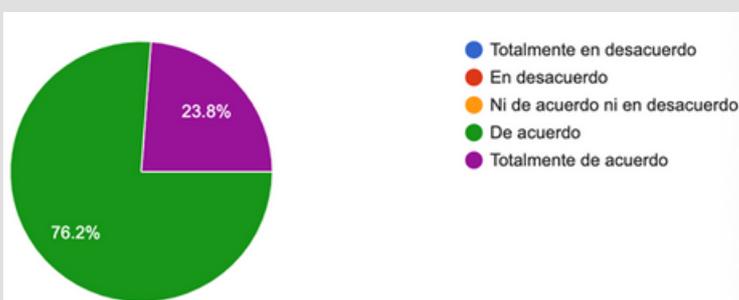


Figura 8. Grado de satisfacción y goce en clases aprendiendo con los modelos tridimensionales.

Es indudable que al utilizar los modelos moleculares en la enseñanza de la química se obtienen importantes beneficios y ventajas como las que hemos abordado en este proyecto y documentado en la literatura [7, 11, 12]. La cuestión quizás mas debatida es como se correlaciona la implementación de esta estrategia en el rendimiento docente de los estudiantes. Limitadas investigaciones reportan y discuten en base a cómo este instrumento repercute en los resultados evaluativos de los estudiantes. Con respecto a esta cuestión se obtuvo un resultado no muy satisfactorio al esperado comparado a lo obtenido por Fundación Belén [1].

Como se observa en la Figura 10 el 42.9 % de los estudiantes manifestaron una respuesta indiferente a sí el uso de los modelos moleculares se relaciona a las calificaciones de los exámenes parciales. En un 23.8 % se indica que el no haberlo usado pudo influir en sus bajos resultados. Solo para el 19 % por ciento se observó muy buena relación del uso del instrumento con calificaciones satisfactorias, mientras que para un por ciento muy reducido (9.5 %) se encontró una asociación inversa. En este aspecto también influyen otros aspectos de preparación y estudio, realización consciente de las actividades que coadyuvan a que el apoyo brindado por los modelos molecular se traduzca en la consolidación del conocimiento y el mejor desempeño académico por el estudiante.

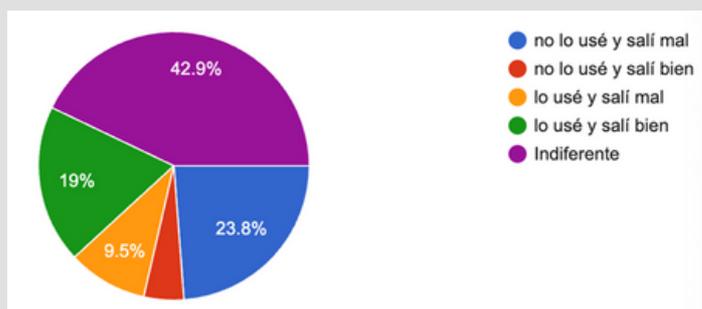


Figura 10. Relación entre el empleo del instrumento didáctico y el rendimiento académico

A lo largo de todos los temas del curso desde estructuras de enlaces, isomería, hidrocarburos y los grupos funciones oxigenados (alcoholes, éter, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres) y nitrogenados (aminas y amidas) se motivó y dirigió a los estudiantes a trabajar con los modelos moleculares tanto en actividades teóricas, ejercicios, proyectos de curso. Los datos de la Figura 11 recogen cuál fue el comportamiento en el aprovechamiento de los modelos moleculares en cada uno de los contenidos de la materia. Como se aprecia en el tema de hidrocarburos un 71,4% de los estudiantes refirieron un mayor trabajo con los juegos moleculares. Claro está aquí ellos pudieron integrar lo aprendido en los contenidos iniciales 1 y 2 (50 % en cada uno) y adentrarse con más claridad a los aspectos de nomenclatura y representaciones espaciales de las diferentes estructuras de estos compuestos.

Son estos primeros contenidos las bases donde el estudiante realiza el mayor esfuerzo para apropiarse de estos conocimientos, que constituyen lo esencial para continuar a los grupos funcionales orgánicos. Hacia los últimos temas el empleo de los modelos fue considerablemente menor lo cual pudiera venir dado por la mayor destreza y habilidad que fue adquiriendo el estudiante. El grado de actividad era más complejo y requirió que los estudiantes utilizaran otras técnicas complementarias.

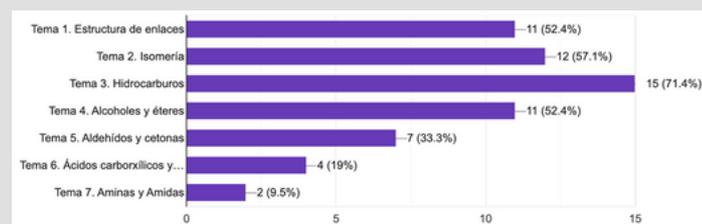


Figura 11. Porcentajes de empleo de los modelos moleculares según los temas del curso

Conclusiones

La implementación de la estrategia brinda efectos positivos en más del 80% de los estudiantes con mayor interés, motivación en la comprensión y representación espacial de las estructuras moleculares. Sin embargo, contrasta que la percepción de utilidad y uso frecuente de los juegos moleculares en estudiantes de ingeniería química tuvo menor impacto en relación a estudiantes de ciencias ambientales. A pesar de la elevada aceptación y facilidad de aprendizaje que mostró el uso de los modelos moleculares, solo en un 19% de los estudiantes hay una relación directa con el rendimiento académico.

Agradecimientos

Los autores le agradecen a los estudiantes del segundo semestre 2024-1 de las carreras de Ciencias Ambientales e Ingeniería Química de la UNISON por su entusiasta y colaborativa participación en esta investigación docente. Desde la compra de los modelos moleculares, la activa y positiva colaboración en cada una de las etapas hasta la fase final del trabajo.

Referencias

- [1] Fundación Belén Educa (2021). Análisis de resultados obtenidos para el OA19, Química I Medio. Santiago de Chile: Fundación Belén Educa. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/248/2483271005/>
- [2] Environmental Organic Chemistry, 3rd Edition. Rene P. Schwarzenbach, Philip M. Gschwend, Dieter M. Imboden. ISBN: 978-1-118-76723-8 November 2016 1024 P.
- [3] Principles of Environmental Chemistry by James E. Girard - ISBN 10: 9380853971 - ISBN 13: 9789380853970 - Jones & Bartlett - 2015 - Softcover.
- [4] Quayson, et al.: Using Molecular Models in Learning Spiro and Bicyclic Compounds. Science Education International 33(3), 291-295 <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i3.4>
- [5] Amazon.com.mx - Juego de química orgánica, excelente artesanía ambiental
- [6] Revistas.unam.mx - GALIO Gaming: aprendizaje lúdico de Química Inorgánica
- [7] Slideshare.net - Estrategia didáctica para la enseñanza de la química <https://es.slideshare.net/slideshow/estrategia-didctica-para-la-enseanza-de-la-qumica-orgnica-ana-camargoec175/64746914>
- [8] Garritz, Andoni. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. Educación química, 21(1), 02-15. Recuperado en 11 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000100001&lng=es&tlng=es.
- [9] bioquimica.cl - Set de Modelos Moleculares Molymod
- [10] sigmaaldrich.com - HGS Polyhedron molecular model
- [11] Rajpoot IS, PatelH, Thakur RS, KhareB, Jain A, JainPK, Thakur BS. Review onMolecular Modelling inChemistry Education, Asian Journal of Dental andHealth Sciences. 2022; 2(4):55-58 <https://doi.org/10.22270/ajdhs.v2i4.26>
- [12] Karel Kolář, Rafael Doležal, Natálie Karásková, Nadezhda V. Maltsevskaya and Šárka Křížková. Molecular models in chemistry education at university and upper secondary school - structure of amides. CHEM DIDACT ECOL METROL. 2019;24(1-2):45-51. DOI: 10.2478/cdem-2019-0003

Avaliando a ChatGPT no Ensino dos Equilibrios Químicos en Disolución Acuosa

M. Carmen Yebra Biurrun*, María Ramil Criado**

Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía, Facultade de Química. Universidade de Santiago de Compostela, España
mcarmen.yebra@usc.es*; maria.ramil@usc.es**

Resumo

A integración de ChatGPT na docencia non só busca mellorar a eficacia do ensino, e ser un asistente para alumnado senón tamén transformar a dinámica da aula e axudar na docencia ao profesorado, xa que pode servir, por exemplo, para xerar material educativo e deseñar avaliacións adaptadas ás necesidades específicas de cada estudante. Neste artigo explórase a incorporación da intelixencia artificial, especificamente a través da colaboración activa con ChatGPT, no ensino dos equilibrios químicos en disolución acuosa. Así, abórdase como pode axudar un chatbot como ChatGPT ao alumnado e ao profesorado no estudo/docencia desta temática básica no estudo da química. Para iso, preséntanse exemplos concretos de como o alumnado pode utilizar ChatGPT e como o profesorado pode usar esta ferramenta para deseñar actividades de aprendizaxe que estimulen o pensamento crítico e promovan a resolución de problemas no contexto dos equilibrios químicos en disolución acuosa. Ademais, tamén se tratan os posibles erros e deficiencias que se poden producir ao utilizar estas conversas dixitais. Ao final, reflexiónase sobre os inconvenientes, as implicacións éticas e prácticas de incorporar tecnoloxías emerxentes na aula como ChatGPT, subliñando a importancia de equilibrar a innovación coa efectividade pedagóxica. Esta colaboración "intelixente" representa un paso audaz cara ao futuro da educación, onde a tecnoloxía convértese nun aliado indispensable para potenciar a aprendizaxe e a comprensión no estudo de disciplinas científicas como a química.

Introducción



No dinámico panorama educativo actual, o ensino da química atópase en constante evolución. A crecente intersección entre a química e as tecnoloxías emerxentes expón a necesidade de estratexias pedagóxicas innovadoras. Este artigo pretende destacar o potencial revolucionario da intelixencia artificial, especificamente a través da colaboración con ChatGPT, para elevar a calidade do ensino da química e promover a innovación educativa [1-2]. ChatGPT é un modelo de linguaxe baseada en Intelixencia artificial (IA) generativa. A IA generativa refírese á capacidade de xerar contido orixinal e coherente, como texto, imaxes ou son, que se asemella ao creado por humanos. ChatGPT utiliza unha rede neuronal para xerar respostas baseadas no contexto proporcionado polo usuario.

A través do seu adestramento, cunha gran cantidade de datos de texto, pode comprender e responder preguntas, así como manter unha conversación fluída. Deste xeito, ChatGPT é un exemplo de IA generativa porque pode xerar respostas aparentemente humanas útiles e coherentes en función do texto de entrada a unha gran variedade de preguntas e instrucións, incluídas aquelas relativas á química [3-4]. Neste artigo preténdese ver cal pode ser a utilidade e o potencial de ChatGPT para o estudo/docencia dos equilibrios químicos en disolución acuosa. Esta temática corresponde ao programa da materia Química Xeral III (QXIII) que se imparte no Grao en Química e no dobre Grao en Química e Bioloxía na Facultade de Química da Universidade de Santiago de Compostela (USC). Esta materia ten asignados 6 créditos ECTS que corresponden á seguinte distribución de horas: Traballo/docencia

Horas presenciais:

- Docencia clases expositivas: 18 h
- Clases interactivas de seminarios: 7 h
- Clases de titorías académicas: 2 h
- Prácticas de laboratorio: 24 h

Total: horas de traballo presencial na aula ou no laboratorio: 51 h

Traballo persoal do alumnado:

- Estudio autónomo individual ou en grupo: 45
- Resolución de exercicios e outros traballos: 24
- Actividades en biblioteca ou similar: 15

Total: horas de traballo persoal do alumnado: 99 h.

Horas totais de traballo na materia QXIII: 51 + 99 = 150 h

O programa desta materia abarca o estudo dos equilibrios químicos en disolución acuosa e é o seguinte:



Tema 1.- Introducción ás reaccións en disolución acuosa.

Tema 2.-Principios do equilibrio químico

Tema 3.- Ácidos e bases

Tema 4.- Outros aspectos do equilibrio ácido básico.

Tema 5.- Solubilidade e equilibrio dos ións complexos

Tema 6.- Electroquímica

En ChatGPT, cada chat co que se interactúa se garda entre sesións, polo que se poden construír chats con interlocutores virtuais con papeis diferentes: profesorado de química xeral, química analítica, equilibrios ácido-base, precipitación, etc. O éxito da interacción con ChatGPT depende da capacidade para deseñar instrucións, preguntas, peticións eficaces: prompts. Para iso, hai que definir o papel exacto da IA, por, exemplo empezando así: “actúa como”. Tamén se debe identificar o obxectivo da pregunta: ¿Que información e que tipo de resposta busco? e para iso hai que elixir un prompt claro e específico utilizando unha linguaxe precisa e directa, podendo limitar o alcance e o formato da resposta. Ademais de proporcionar palabras clave e un contexto relevante como detalles que poidan enfocar a resposta e tipo de audiencia para orientar a resposta, por exemplo: “para estudantes do Grao en Química da USC”.

No apartado de instrucións personalizadas no noso perfil de ChatGPT, pódese especificar a seguinte información:

¿Que che gustaría que CHATGPT soubese sobre ti?

“Son profesora da materia Química Xeral III que se imparte no primeiro curso do Grao en Química da Universidade de Santiago de Compostela. O obxectivo desta materia é o estudo dos equilibrios químicos en disolución acuosa.

¿Como che gustaría que CHATGPT respondéche?

- Cando che pregunte sobre a materia que imparto necesito respostas detalladas, ben fundamentadas e en linguaxe académica.
- Quero que me asistas no meu labor docente en todo o que poidas.

Para realizar este estudo utilizouse a versión gratuíta de ChatGPT: ChatGPT 3.5 con información dispoñible até a súa última actualización en outubro de 2023.

CHATGPT PARA A DOCENCIA DOS EQUILIBRIOS QUÍMICOS EN DISOLUCIÓN ACUOSA

O profesorado pode utilizar ChatGPT para o seguinte: preparación da materia, impartición da materia e avaliación da materia. Entre outras, as posibilidades serían as seguintes:

1. Desenvolvemento do índice ou dos temas

You
Soy docente de una materia de química general del Grado en Química en la Universidad de Santiago de Compostela que trata de los equilibrios químicos en disolución acuosa. Me podrías hacer el índice de contenidos de la materia?

ChatGPT
¡Claro! A continuación, te proporciono un índice de contenidos para la materia de equilibrios químicos en disolución acuosa. Este índice puede variar según la estructura específica de tu curso y los temas que prefieras abordar con más detalle:

<p>I. Introducción a los equilibrios químicos</p> <p>A. Definición de equilibrio químico</p> <p>B. La ley de acción de masas</p> <p>C. Constante de equilibrio (Kc y Kp)</p> <p>D. Expresiones de equilibrio y relación con la ley de acción de masas</p>	<p>IV. Equilibrios de solubilidad</p> <p>A. Producto de solubilidad (Ksp)</p> <p>B. Predicción de la formación de precipitados</p> <p>C. Efecto del ion común en la solubilidad</p>
<p>II. Factores que afectan el equilibrio químico</p> <p>A. Cambios de concentración</p> <p>B. Cambios de presión y volumen</p> <p>C. Cambios de temperatura</p> <p>D. Principio de Le Chatelier</p>	<p>V. Equilibrios de formación de complejos</p> <p>A. Introducción a la formación de complejos</p> <p>B. Constantes de formación de complejos (Kf)</p> <p>C. Equilibrios de complejación en disolución acuosa</p> <p>D. Aplicaciones de los equilibrios de complejación</p>
<p>III. Equilibrios ácido-base</p> <p>A. Conceptos básicos de ácidos y bases</p> <p>B. Constantes de acidez (pH y pOH)</p> <p>C. Equilibrios ácido-base en disolución acuosa</p> <p>D. Titulaciones ácido-base</p>	<p>VI. Equilibrios redox en disolución acuosa</p> <p>A. Conceptos básicos de reacciones redox</p> <p>B. Potencial estándar de electrodo</p> <p>C. Celdas electroquímicas y equilibrios redox</p>

2. Creación de materiais docentes

You
Soy docente universitaria en la Facultad de Química de la Universidad de Santiago de Compostela e imparto clase en el primer curso del Grado en Química en la materia Química General que trata sobre los equilibrios químicos en disolución acuosa. ¿podrías crearme dos materiales docentes para la materia que imparto?

ChatGPT
Por supuesto, puedo proporcionarte dos materiales docentes para la materia de Química General centrada en equilibrios químicos en disolución acuosa. Aquí tienes dos recursos educativos:

Material Docente 1: Infografía sobre Equilibrios Químicos

Objetivo: Proporcionar una herramienta visual para entender los conceptos clave de los equilibrios químicos en disolución acuosa.

Contenido:

- Introducción a los equilibrios químicos.
- Definición de equilibrio dinámico.
- Representación gráfica de equilibrios ácido-base.
- Aplicación del principio de Le Chatelier en disoluciones acuosas.
- Ejemplos de equilibrios químicos relevantes en la vida cotidiana.

Formato: Infografía colorida y fácil de entender, con gráficos y ejemplos visuales.

Uso en Clase: Puedes mostrar la infografía durante una clase magistral para introducir o repasar los conceptos de equilibrios químicos. También puedes proporcionarla como recurso de estudio para que los estudiantes la consulten de forma individual.

Material Docente 2: Estudio de Caso Interactivo

Objetivo: Aplicar los conocimientos teóricos a situaciones prácticas y fomentar la resolución de problemas.

Contenido:

- Presentación de un caso real que involucre equilibrios químicos en disolución acuosa, como la acidificación de un cuerpo de agua.
- Descripción detallada del caso, incluyendo datos y condiciones.
- Preguntas guía para que los estudiantes apliquen los conceptos de equilibrio químico y propongan soluciones.
- Discusión en clase sobre las respuestas y la aplicación de los principios teóricos.

Formato: Documento PDF interactivo con hipervínculos a recursos adicionales y preguntas incrustadas.

Uso en Clase: Divide a los estudiantes en grupos para que analicen el caso, respondan a las preguntas y luego presenten sus soluciones a la clase. Esto fomentará la participación activa y el pensamiento crítico.

Estos materiales están diseñados para ser prácticos y aplicables a la vida real, ofreciendo a los estudiantes oportunidades para profundizar en los conceptos de equilibrios químicos de manera efectiva. Si necesitas algún ajuste o más detalles en algún aspecto, no dudes en decírmelo.

3. Presentacións docentes (personalizadas)

You
Soy docente universitaria en la Facultad de Química de la Universidad de Santiago de Compostela e imparto clase en el primer curso del Grado en Química en la materia Química General que trata sobre los equilibrios químicos en disolución acuosa. ¿podrías crearme una transparencia de PowerPoint que explique el balance de cargas? Por si tengo Y si tengo estudiantes que tengan dificultad para entender este concepto, ¿me puedes proporcionar material adicional para explicarlo?

ChatGPT
Claro, aquí te proporciono una transparencia de PowerPoint que explica el balance de cargas en el contexto de los equilibrios químicos en disolución acuosa:

Diapositiva de PowerPoint: Balance de Cargas en Equilibrios Químicos

Introducción:

- **Tema: Balance de Cargas en Disoluciones Acuosas**

Contenido:

- Equilibrio Iónico en Disolución:**
 - En una disolución acuosa, los compuestos iónicos se disocian en iones positivos (cationes) y negativos (aniones).
 - Ejemplo: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- Balance de Cargas: Concepto Fundamental:**
 - El número total de cargas positivas debe ser igual al número total de cargas negativas en una disolución para mantener la neutralidad eléctrica.
 - La suma de cationes debe ser igual a la suma de aniones.

3. **Principio de Conservación de la Carga:**
- El principio fundamental es que la carga total antes de la reacción debe ser igual a la carga total después de la reacción.
4. **Ejemplo Práctico - Reacción Ácido-Base:**
- Consideremos la reacción entre ácido clorhídrico (HCl) e hidróxido de sodio (NaOH).
 - $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

Material Adicional para Explicar el Balance de Cargas:

1. Actividad Práctica: Modelado con Iones de Juego:

- Proporciona a los estudiantes modelos de iones y pídeles que formen compuestos, observando cómo los iones se combinan para mantener el equilibrio de cargas.

2. Problemas Resueltos:

- Ofrece problemas prácticos donde los estudiantes deben realizar el balance de cargas en diversas disoluciones acuosas. Proporciona soluciones paso a paso para una comprensión más clara.

3. Simulaciones Interactivas:

- Utiliza recursos en línea que permitan a los estudiantes visualizar el balance de cargas en tiempo real al manipular concentraciones de iones en una disolución.

4. Estudio de Caso: Impacto Ambiental:

- Presenta un caso real donde el balance de cargas en una disolución acuosa tiene consecuencias ambientales, como en la contaminación del agua. Discute cómo el desequilibrio de cargas puede afectar negativamente al medio ambiente.

Recuerda adaptar estos recursos según el nivel de comprensión y las necesidades específicas de tus estudiantes. También puedes combinarlos para crear una experiencia de aprendizaje más completa.

4. Creación de ejemplos

- You**
- Necesito un ejemplo práctico y sencillo en 10 líneas para explicar de manera clara el equilibrio de formación de complejos

ChatGPT

Ejemplo Práctico y Sencillo: Formación de Complejos

Situación:

Imagina una solución de iones de cobre (II) (Cu^{2+}) y moléculas de amoníaco (NH_3).

Reacción:



Pasos Breves:

- Inicialmente, hay iones de Cu^{2+} .
- Añade amoníaco (NH_3) a la solución.
- El amoníaco se une al cobre, formando $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$.
- La reacción alcanza un equilibrio dinámico.

Explicación Rápida:

En este equilibrio, el cobre forma un complejo con amoníaco. Si añadimos más amoníaco, se favorece la formación del complejo, mientras que la eliminación de amoníaco favorece la disociación. Este equilibrio dinámico es esencial para entender cómo los metales interactúan con ligandos para formar complejos en soluciones acuosas.

5. Diseño de actividades na aula

- You**
- User
- Soy docente universitaria en la Facultad de Química de la Universidad de Santiago de Compostela e imparto clase en el primer curso del Grado en Química en la materia Química General que trata sobre los equilibrios químicos en disolución acuosa ¿podrías sugerirme dos actividades a realizar con los estudiantes en el aula para desarrollar competencias específicas en la materia que imparto? Dame ideas que se puedan hacer en el aula y no en un laboratorio

- ChatGPT**
- Por supuesto, aquí tienes dos actividades que puedes realizar en el aula, sin necesidad de un laboratorio, para desarrollar competencias específicas en la materia de Química General, centradas en los equilibrios químicos en disolución acuosa:

1. Simulación Interactiva: Cambios en el Equilibrio Ácido-Base

- Objetivo:** Desarrollar la comprensión de los cambios en el equilibrio ácido-base mediante una simulación interactiva.

* Procedimiento:

- Utiliza recursos en línea o software interactivo para simular cambios en la concentración de especies ácidas o básicas en una disolución.
- Pide a los estudiantes que observen cómo estos cambios afectan el equilibrio ácido-base y, por ende, el pH de la solución.
- Anima a los estudiantes a predecir y explicar los resultados antes de realizar la simulación.
- Facilita una discusión en clase sobre los efectos observados y cómo se relacionan con los principios de Le Chatelier.

* Beneficios:

- Mejora la visualización de los conceptos de equilibrio ácido-base.
- Fomenta la participación activa y el razonamiento crítico.
- Permite la exploración de diferentes escenarios de manera interactiva.

6. Gamificación: diseño de xogos.

- You**
- Me puedes crear el juego roscó de pasapalabra sobre la temática equilibrios químicos en disolución acuosa. Indica la pregunta para cada letra y solo la respuesta correcta para cada letra
- ChatGPT**
- ¡Por supuesto! Aquí tienes el juego de Pasapalabra sobre equilibrios químicos en disolución acuosa con las preguntas y respuestas:
- Letra A:**
 - Pregunta: ¿Sustancia que, al agregarse a una solución, afecta el equilibrio químico?
 - Respuesta: Aditivo
 - Letra B:**
 - Pregunta: ¿Proceso mediante el cual se aumenta la concentración de una sustancia en una solución?
 - Respuesta: Absorción
 - Letra C:**
 - Pregunta: ¿Constante que define la relación entre las concentraciones de los productos y los reactivos en una reacción química?
 - Respuesta: Constante de equilibrio
 - Letra D:**
 - Pregunta: ¿Tipo de equilibrio químico en el que tanto los reactivos como los productos están presentes en cantidades detectables?
 - Respuesta: Equilibrio dinámico
 - Letra E:**
 - Pregunta: ¿Símbolo utilizado para representar la concentración de iones en una solución acuosa?
 - Respuesta: Exponente
 - Letra F:**

7. Asistente de programación: por exemplo unha macro para Excel que calcule o valor de K

- You**
- GENERAME UNA MACRO DE EXCEL que permita calcular la K de equilibrio de una reacción. Datos para introducir: número de reactivos, según el número de reactivos el coeficiente estequiométrico de cada uno de ellos y su concentración en el equilibrio, número de productos, según el número de productos el coeficiente estequiométrico de cada uno de ellos y su concentración en el equilibrio

```
vba
Copy code

Sub CalcularKEquilibrio()
    ' Solicitar datos al usuario
    Dim numReactivos As Integer
    Dim numProductos As Integer
    Dim i As Integer
    Dim coefReactivos() As Double
    Dim concReactivos() As Double
    Dim coefProductos() As Double
    Dim concProductos() As Double

    ' Pedir el número de reactivos
    numReactivos = InputBox("Ingrese el número de reactivos:")

    ' Dimensionar los arreglos de coeficientes y concentraciones para reactivos
    ReDim coefReactivos(1 To numReactivos)
    ReDim concReactivos(1 To numReactivos)

    ' Pedir los coeficientes y concentraciones para reactivos
    For i = 1 To numReactivos
```

7. Asistente de programación: por exemplo unha macro para Excel que calcule o valor de K

You
Ahora diseñame una práctica de laboratorio sobre equilibrios de formación de complejos

ChatGPT
Práctica de Laboratorio: Equilibrios de Formación de Complejos

Título: Estudio del Equilibrio de Formación de Complejos con Iones Metálicos

Objetivo:
Investigar el equilibrio de formación de complejos utilizando iones metálicos y ligandos, y comprender cómo la concentración de reactantes afecta el equilibrio.

Materiales:

- Soluciones acuosas de iones metálicos (p. ej., Cu^{2+} , Fe^{3+}).
- Ligandos como amoníaco (NH_3) o ion tiocianato (SCN^-).
- Pipetas y buretas para medir volúmenes precisos.
- Tubos de ensayo y probetas.
- Papel indicador de pH.

Procedimiento:

- Preparación de Soluciones:**
 - Preparar soluciones de iones metálicos y ligandos con concentraciones conocidas.
- Formación de Complejos:**
 - Realizar combinaciones de soluciones de iones metálicos y ligandos para formar complejos. Registrar observaciones visuales de cambios en el color o la apariencia.
- Establecimiento del Equilibrio:**
 - Permitir que las soluciones alcancen el equilibrio y tomar muestras a diferentes intervalos de tiempo.

9. Creación de ejercicios e cuestións para realizar durante la impartición da materia ou para exame (deseño de probas de avaliación). Pódense pedir de distinta dificultade.

You
ahora necesito un problema sobre los equilibrios de formación de complejos. Quiero que sea de dificultad baja y que me des el resultado

ChatGPT
Problema sobre Equilibrios de Formación de Complejos (Dificultad Baja):

Enunciado:
Considera una solución que contiene iones de plata (Ag^+) y moléculas de amoníaco (NH_3). La reacción de formación del complejo es la siguiente:

$$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+$$

Si inicialmente tienes una concentración de Ag^+ de 0.02 M y una concentración de NH_3 de 0.1 M, calcula la concentración de $Ag(NH_3)_2^+$ en equilibrio. La constante de equilibrio (K_f) para la formación del complejo es 1.6×10^7 .

Resultado:
La concentración de $Ag(NH_3)_2^+$ en equilibrio es de 0.016 M.

You
Siguiendo con los equilibrios de formación de complejos, necesito dos preguntas tipo test que tengan cuatro opciones de respuesta con solo una opción correcta. Indícame la opción correcta

ChatGPT
Pregunta Tipo Test 1:

Enunciado:
¿Qué sucede con el equilibrio de formación del complejo $Cu(NH_3)_4^{2+}$ si se aumenta la concentración de iones de cobre (Cu^{2+}) en la solución?

- La formación del complejo se favorece.
- La formación del complejo se desfavorece.
- No hay cambios en el equilibrio.
- El equilibrio es alcanzado más rápidamente.

Opción Correcta:
A) La formación del complejo se favorece.

10. Propor temas para proxectos e as rúbricas para a súa avaliación

You
Dame el tema de dos trabajos para hacer en grupo sobre equilibrios químicos

ChatGPT

- "Investigación y Aplicación de los Principios del Equilibrio Químico en la Síntesis de Compuestos Farmacéuticos"
- "Análisis de Equilibrios Ácido-Base en Sistemas Biológicos: Implicaciones en la Homeostasis y la Salud Humana"

You
¿Podrías crear una rúbrica de evaluación para estos trabajos en grupo? Muéstrame la rúbrica de evaluación en formato tabla

ChatGPT
Rúbrica de Evaluación para Trabajos en Grupo sobre Equilibrios Químicos

Criterios de Evaluación	Puntuación Excelente (4)	Puntuación Bueno (3)	Puntuación Aceptable (2)	Puntuación Insuficiente (1)
Contenido y Profundidad	El trabajo aborda de manera excepcional los principios del equilibrio químico y proporciona una comprensión profunda de los conceptos.	El contenido es sólido y abarca adecuadamente los principios del equilibrio químico.	El trabajo presenta información básica sobre el tema, pero falta profundidad en la comprensión de los conceptos.	La información presentada es limitada y carece de profundidad en relación con los principios del equilibrio químico.
Investigación y Fuentes	El trabajo demuestra una investigación exhaustiva y utiliza una variedad de fuentes confiables y actualizadas.	La investigación es sólida, y se han utilizado fuentes confiables.	La investigación es adecuada, pero se podrían haber explorado más fuentes.	La investigación es limitada y carece de diversidad de fuentes.
Presentación y Organización	La presentación es clara, lógica y sigue una estructura organizada. Utiliza de manera efectiva elementos visuales y multimedia.	La presentación es clara y organizada, aunque algunos elementos visuales pueden mejorar.	La estructura de la presentación es comprensible, pero la organización podría mejorarse. Se pueden agregar más	La presentación carece de claridad y organización. Pocos o ningún elemento visual es utilizado.

Como se pode deducir dos exemplos anteriores a utilización de ChatGPT consegue axudar ao docente no proceso ensino-aprendizaxe, xa que pode reducir a súa carga de traballo, podendo aforrar tempo á hora de preparar as clases e desenvolveselas na aula, para poder ser empregado en ter máis tempo dispoñible para o estudiando e desta maneira, poder facer unha aprendizaxe máis personalizada e motivadora, e, polo tanto, de máis calidade.



ChatGPT COMO ASISTENTE DO ALUMNADO NO ESTUDIO DOS EQUILIBRIOS QUÍMICOS EN DISOLUCIÓN ACUOSA

ChatGPT pode axudar ao alumnado proporcionándolle ideas para realizar traballos, realizando resumos de temas extensos para facilitar o seu estudo, para buscar información, preguntar sobre temas que non acaban de entender ben, ou mesmo, para ampliar coñecementos e actuar como un titor virtual. Algúns exemplos son os seguintes:

1. Creación de diálogos entre o alumnado e un experto/a (profesor/a de química, científico experto na materia, etc.).

You
Soy estudiante del Grado de Química estudiando 1º curso, ¿puedes actuar como Johannes Nicolaus Brønsted y dialogar conmigo sobre ciertos aspectos de los equilibrios ácido-base?

ChatGPT
¡Por supuesto! Será un placer actuar como Johannes Nicolaus Brønsted y discutir contigo sobre los equilibrios ácido-base. Adelante, ¿qué aspectos específicos te gustaría abordar o preguntar?

2. Resolución interactiva de problemas con retroalimentación

You
En clase de Química General me han pedido que conteste a esta pregunta:

ChatGPT
¡Claro! Estoy aquí para ayudarte. Adelante con tu pregunta sobre Química General, y utilizaremos el método socrático para profundizar en el conocimiento de los equilibrios químicos en disolución acuosa.

You
Dada la siguiente reacción en equilibrio:

$$\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \quad \Delta H = +175,6 \text{ kJ}$$

Indicar, hacia donde se desplaza el equilibrio si aumenta la temperatura. Yo he puesto hacia la izquierda y no sé si está bien. Me puedes ayudar?

ChatGPT
¡Claro! Vamos a analizarlo. La reacción que has proporcionado es:

$$\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \quad \Delta H = +175,6 \text{ kJ}$$

La variación de entalpía (ΔH) es positiva, lo que significa que la reacción es endotérmica, es decir, absorbe calor. En este caso, si aumentamos la temperatura, el sistema tenderá a desplazarse en la dirección que absorba calor, para contrarrestar el aumento de temperatura.

Dado que la formación de CaO y CO_2 es endotérmica ($\Delta H = +175,6 \text{ kJ}$), el equilibrio se desplazará hacia la derecha (hacia los productos) para absorber más calor y contrarrestar el aumento de temperatura. Por lo tanto, tu respuesta original de que se desplaza hacia la izquierda es incorrecta. Se desplaza hacia la derecha.

3. Resolución de dúbidas: asistente da aprendizaxe

You
User
Soy un alumno del Grado en Química y tengo dificultades con el estudio de las reacciones químicas y su ajuste. Me puedes ayudar a entender cómo se hace el ajuste?

ChatGPT
¡Claro! Estoy aquí para ayudarte a entender cómo se ajustan las ecuaciones químicas. Ajustar una ecuación química significa igualar el número de átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación, asegurando que la cantidad total de cada tipo de átomo sea la misma antes y después de la reacción. Aquí tienes un paso a paso:

Paso 1: Escribe la ecuación química sin ajustar.

- Escribe la ecuación con los reactivos a la izquierda y los productos a la derecha.

Paso 2: Identifica los elementos presentes.

- Enumera todos los elementos químicos presentes en la ecuación.

Paso 3: Cuenta los átomos de cada elemento.

- Cuenta los átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación y compáralos. Si hay desequilibrio, necesitas ajustar la ecuación.

Paso 4: Ajusta uno a la vez.

- Comienza ajustando uno de los elementos a la vez. Puedes ajustar los coeficientes que preceden a los compuestos químicos para igualar el número de átomos de ese elemento.

Paso 5: Verifica y continúa ajustando.

- Verifica que los átomos de los elementos a_1, a_2, \dots estén equilibrados y luego ajusta otro

4. Avaliador de coñecementos

Soy estudiante del Grado en Química en la USC y quiero que me ayudes a evaluar mis conocimientos sobre la materia Química Xeral III haciéndome preguntas tipo test:

- Una pregunta cada vez.
- No pares de hacer preguntas sobre el tema en ningún momento.
- Dame siempre retroalimentación para que pueda mejorar y comprender mejor el tema.
- Si me equivoco, explícame por qué.
- Escribe el nivel de aciertos que llevo en las preguntas ya respondidas (por ejemplo: 3 de 5).

Perfecto, comencemos con algunas preguntas sobre ácidos y bases en equilibrios químicos en disolución acuosa:

- ¿Cómo defines un ácido según el concepto de Arrhenius?

sustancia capaz de ceder protones

Muy bien. Sigamos con la siguiente pregunta.

Cos exemplos anteriores demostrase que grazas á IA o alumnado podería recibir retroalimentación de cada tarefa realizada. ChatGPT é capaz de analizar as respostas do alumnado e ofrecer comentarios sobre os seus acertos e erros, mellorando en gran maneira a súa aprendizaxe.

¿Que non fai ben ChatGPT con respecto aos equilibrios químicos?

Aínda que pode proporcionar explicacións detalladas, ChatGPT pode ter dificultades para abordar preguntas especializadas ou profundar en conceptos complexos sobre equilibrios químicos. A continuación, expónse algúns exemplos dalgún dos erros que pode cometer ao tratar este tema.

1. Cálculo do pH dunha disolución diluída: ChatGPT non ten en conta para o cálculo ao disolvente (auga) e dá como resultado para o pH dun ácido (aínda que sexa unha disolución moi diluída, 10^{-10} M) un $\text{pH} = 10$, o cal correspondería a unha disolución de carácter básico.

You
Calcula el pH de una disolución acuosa $0,0000000001$ M de HCl

ChatGPT
Cuando se trata de un ácido fuerte, como el ácido clorhídrico (HCl), la concentración de iones hidrógeno (H^+) en solución es igual a la concentración del ácido. Por lo tanto, el pH se puede calcular utilizando la fórmula:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

En este caso, la concentración de H^+ es $0,0000000001$ M. Entonces,

$$\text{pH} = -\log(0,0000000001)$$

Utilizando una calculadora, obtendrás que el pH es aproximadamente 10. La solución es básica porque el pH está por encima de 7. Esto es consistente con el hecho de que el HCl es un ácido fuerte y su disolución resulta en una solución ácida.

Como o chatbot pode ir aprendendo segundo as instrucións que se lle van dando. Se se segue a conversación no mesmo chat resolve o erro:

You
No tienes en cuenta los protones que te aporta el agua como disolvente para calcular el pH

ChatGPT
Tienes razón, y agradezco la corrección. Cuando trabajamos con disoluciones acuosas, es importante considerar la contribución de los iones de hidrógeno (H^+) provenientes del agua. En soluciones diluidas, como en este caso, la concentración de iones H^+ provenientes del agua es relevante.

La reacción de autoionización del agua es:

$$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

En condiciones neutras, la concentración de H^+ es igual a la concentración de OH^- , que es 1×10^{-7} M a 25 grados Celsius.

En tu caso, la concentración inicial de H^+ proveniente del HCl es 1×10^{-11} M. La concentración total de H^+ es la suma de las contribuciones del HCl y del agua. Entonces, la concentración total es:

$$[\text{H}^+] = [\text{HCl}] + [\text{H}_2\text{O}] = 1 \times 10^{-11} + 1 \times 10^{-7}$$

Ahora, puedes usar esta concentración en la fórmula del pH:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(1 \times 10^{-11} + 1 \times 10^{-7})$$

Este cálculo debería darte un valor más preciso del pH. Lamento las confusiones anteriores y agradezco tu ayuda para aclarar la situación.

2. Cálculo de solubilidades: ChatGPT non ten en conta o efecto do ion común.

You
¿Cuál es la solubilidad molar del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución reguladora con $\text{pH} = 8,2$?

ChatGPT
La solubilidad del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ se ve afectada por el pH del medio, ya que es un hidróxido y puede comportarse como un ácido o una base débil. La ecuación de equilibrio químico para la ionización del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ es:

$$\text{Fe}(\text{OH})_3(s) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(aq) + 3\text{OH}^-(aq)$$

Cuando se encuentra en un medio acuoso, los iones hidróxido (OH^-) reaccionan con los iones hidrógeno (H^+) presentes en la solución. El pH se relaciona con la concentración de iones hidrógeno mediante la siguiente relación:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Para encontrar la solubilidad molar del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución reguladora con $\text{pH} = 8,2$, primero necesitamos determinar la concentración de iones hidrógeno (H^+) en la solución.

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-8,2}$$

$$[\text{H}^+] \approx 1,58 \times 10^{-9} \text{ M}$$

Dado que la relación de ionización del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ implica la formación de 3 iones hidróxido por cada mol de $\text{Fe}(\text{OH})_3$, que se disocia, la concentración de iones hidróxido (OH^-) será tres veces la concentración de iones hidrógeno.

You
Te equivocas, por el efecto del ion común la solubilidad en una disolución reguladora con $\text{pH} = 8,2$ es menor

ChatGPT
Mis disculpas por el error en mi respuesta anterior. Tienes toda la razón. El efecto del ion común, en este caso, el ion hidróxido (OH^-), disminuirá la solubilidad del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución reguladora con $\text{pH} = 8,2$.

El principio del efecto del ion común establece que la presencia de un ion en común proveniente de una fuente externa a una solución en equilibrio reduce la solubilidad de un compuesto. En este caso, al tener una disolución reguladora con un pH mayor (más básico) que el neutro, se añaden iones hidróxido (OH^-) a la solución, lo que disminuirá la solubilidad del $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ya que comparten el ion hidróxido común.

Gracias por señalar el error y proporcionar la corrección.

You
y el valor numérico de la solubilidad?

ChatGPT
Para encontrar el valor numérico de la solubilidad de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución reguladora con $\text{pH} 8,2$, vamos a resolver la ecuación:

$$K_{ps} = [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3$$

$$4,0 \times 10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}](10^{-5,8})^3$$

Primero, calculamos $(10^{-5,8})^3$:

$$(10^{-5,8})^3 \approx 1,995 \times 10^{-18}$$

Ahora, sustituimos este valor en la ecuación:

$$4,0 \times 10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}](1,995 \times 10^{-18})$$

Resolviendo para $[\text{Fe}^{3+}]$:

$$[\text{Fe}^{3+}] \approx \frac{4,0 \times 10^{-38}}{1,995 \times 10^{-18}}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] \approx 2,00 \times 10^{-20}$$

Por lo tanto, la solubilidad aproximada de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una disolución reguladora con $\text{pH} 8,2$ es $2,00 \times 10^{-20}$ M. Este valor es muy bajo, lo que indica una baja solubilidad del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en la disolución reguladora debido al efecto del ion común OH^- .

3. Cálculo de potenciales en equilibrios redox: ChatGPT confunde oxidación e reducción, e calcula mal o valor do potencial normal.

You
¿Puede el Cu^{2+} oxidar el H_2O a O_2 (g) en condiciones de estado estándar?
 $E^\circ = 1,229$ V para la semirreacción de oxidación y $E^\circ = 0,340$ V para la semirreacción de reducción

ChatGPT
Para determinar si el ion Cu^{2+} puede oxidar el agua (H_2O) a oxígeno (O_2) en condiciones estándar, puedes utilizar el principio de la celda electroquímica y comparar el potencial estándar de celda (E°_{celda}) con cero.

La semirreacción global para la oxidación del agua es:

$$4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$$

Primero, debes escribir las semirreacciones de oxidación y reducción para las especies involucradas:

Semirreacción de oxidación (Cu^{2+} a Cu):
 $\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}$ ($E^{\circ} = 1,229 \text{ V}$)
Es una reducción

Semirreacción de reducción (H_2O a O_2):
 $4\text{H}_2\text{O} + 4e^{-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^{+}$ ($E^{\circ} = -0,340 \text{ V}$)
Es una oxidación

Ahora, resta la semirreacción de reducción de la semirreacción de oxidación para obtener la semirreacción global:

$$\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} - (4\text{H}_2\text{O} + 4e^{-}) \rightarrow \text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^{+}$$

Simplificando:

$$\text{Cu}^{2+} - 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^{+}$$

Ahora, calcula el E°_{celda} sumando los potenciales estándar de las semirreacciones de reducción y restando el de la oxidación:

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = E^{\circ}_{\text{reducción}} - E^{\circ}_{\text{oxidación}}$$

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = (-0,340 \text{ V}) - (1,229 \text{ V})$$

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = -1,569 \text{ V} \quad \text{Mal calculado!!!}$$

El resultado es negativo, lo que indica que la celda no es espontánea en condiciones estándar. Por lo tanto, el Cu^{2+} no puede oxidar el agua a oxígeno bajo estas condiciones.

You
 Has considerado que si el Cu^{2+} capta 2 electrones es una oxidación!!!!

ChatGPT
 Mis disculpas por el error en mi respuesta anterior. Tienes razón, cuando el Cu^{2+} capta 2 electrones, está experimentando una reducción, no una oxidación. Gracias por señalarlo.

La semirreacción de oxidación para el Cu^{2+} sería:

$$\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu} \quad (E^{\circ} = 1,229 \text{ V})$$

La semirreacción de reducción para el agua a oxígeno sigue siendo la misma:

$$4\text{H}_2\text{O} + 4e^{-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^{+} \quad (E^{\circ} = -0,340 \text{ V})$$

Ahora, resta la semirreacción de reducción de la semirreacción de oxidación para obtener la semirreacción global:

$$\text{Cu}^{2+} - 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^{+}$$

Simplificando:

$$\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{H}^{+}$$

Calcula el E°_{celda} de la misma manera:

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = E^{\circ}_{\text{reducción}} - E^{\circ}_{\text{oxidación}}$$

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = (-0,340 \text{ V}) - (1,229 \text{ V})$$

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = -1,569 \text{ V}$$

El resultado sigue siendo negativo, indicando que la celda no es espontánea en condiciones estándar. Por lo tanto, el Cu^{2+} no puede oxidar el agua a oxígeno bajo estas condiciones. Gracias por tu paciencia y corrección.

El sodio metálico se deposita en el cátodo.

1. En el ánodo (electrodo positivo): En el ánodo se produce la oxidación. Los iones Cl^{-} (cloruro) presentes en la disolución son atraídos hacia el ánodo y se oxidan, perdiendo electrones para formar moléculas de cloro gaseoso (Cl_2). La reacción que ocurre es:

$$2\text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^{-}$$

El cloro gaseoso se libera en el ánodo.

En resumen, durante la electrólisis de una disolución de NaCl con electrodos inertes, se produce sodio metálico en el cátodo y cloro gaseoso en el ánodo. Este proceso se utiliza industrialmente para la obtención de sodio y cloro.

You
 No está bien porque el potencial de la reducción del agua es más bajo que el del Na^{+}

ChatGPT
 Tienes razón, me disculpo por el error. Cuando se trata de una disolución acuosa de NaCl , el agua también participa en la electrólisis. Aquí está la corrección:

1. En el cátodo (electrodo negativo): En el cátodo, el agua (H_2O) se reduce antes que los iones de sodio (Na^{+}). La reacción de reducción del agua es:

$$2\text{H}_2\text{O} + 2e^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^{-}$$

Esto produce hidrógeno gaseoso (H_2) e iones hidróxido (OH^{-}).

1. En el ánodo (electrodo positivo): En el ánodo, los iones cloruro (Cl^{-}) se oxidan, como se indicó anteriormente:

$$2\text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2e^{-}$$

El cloro gaseoso (Cl_2) se libera en el ánodo.

En resumen, durante la electrólisis de una disolución acuosa de NaCl con electrodos inertes, se produce hidrógeno gaseoso en el cátodo y cloro gaseoso en el ánodo. El sodio no se deposita como se mencionó anteriormente, ya que el potencial de reducción del agua es más favorable que el del sodio.

You
 Me puedes hacer una gráfica del proceso?

ChatGPT
 Por supuesto, puedo proporcionarte una descripción visual del proceso de electrólisis de una disolución de NaCl . Aquí tienes una gráfica simplificada que muestra los electrodos inertes (platino), la disolución de NaCl y las reacciones que ocurren en el cátodo y el ánodo:

SCSS Copy code

Cátodo (electrodo negativo)	Ánodo (electrodo positivo)
$\text{H}_2\text{O}, \text{NaCl}$	$\text{NaCl}, \text{H}_2\text{O}$
- ----	- ----
⇓	⇓
$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
(en cátodo)	(en ánodo)

En esta representación:

- En el cátodo (lado izquierdo), se produce hidrógeno gaseoso (H_2) debido a la reducción del agua.
- En el ánodo (lado derecho), se produce cloro gaseoso (Cl_2) debido a la oxidación de los iones cloruro (Cl^{-}).
- La disolución de NaCl está presente en todo el sistema.

Esta gráfica es una representación simplificada del proceso de electrólisis de una disolución de NaCl con electrodos inertes.

4. Electrólisis dunha disolución de NaCl : ChatGPT no ten en conta ao disolvente auga.

You
 ¿Qué sucede en la electrólisis de una disolución de NaCl si se usan dos electrodos inertes?

ChatGPT
 Cuando se realiza la electrólisis de una disolución de NaCl (cloruro de sodio) utilizando dos electrodos inertes, como por ejemplo, electrodos de platino, ocurre lo siguiente:

1. En el cátodo (electrodo negativo): En el cátodo se produce la reducción. Los iones Na^{+} (sodio) presentes en la disolución son atraídos hacia el cátodo y se reducen, liberando electrones para formar átomos de sodio metálico (Na). La reacción que ocurre es:

$$2\text{Na}^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Na}$$

Conclusións: uso de ChatGPT na docencia dos equilíbrios químicos

Supón incorporar tecnoloxías emerxentes para transformar a forma en que se imparte a química, o que sempre é motivador, aínda que se debe integrar de forma responsable e ética. ChatGPT é unha IA que permite apoiar e mellorar a docencia, pero non pode substituír a experiencia e coñecemento dun docente cualificado, xa que como se demostrou pode xerar respostas erróneas ou incompletas que requiren unha revisión. Ademais, pode producir no alumnado unha falta de esforzo, dependencia, unha diminución de creatividade e capacidade de razoamento, e nalgúns casos inexactitude se non se contrasta a información obtida.



Ademais de ser unha posibilidade para facilitar a copia, aínda que debe terse en conta que, actualmente, xa se dispón de moitas maneiras para copiar calquera tipo de contido, e dispónse de vías para detectar o plaxio ao utilizar ChatGPT como Turnitin, PlagScan, Copyscape, etc. Polo tanto, ChatGPT debe ser usado como ferramenta complementaria no proceso ensino/aprendizaxe dos equilíbrios químicos en disolución acuosa, sendo un asistente virtual válido para docentes e alumnado. ChatGPT non é recomendable para procuras bibliográficas, xa que ten os datos actualizados até outubro de 2023.

Referencias

- [1] H. Yu, The Application and Challenges of ChatGPT in Educational Transformation: New Demands for Teachers' Roles, Heliyon, 10 (2024) e24289.
- [2] T. Humphry, A.L. Fuller, Potential ChatGPT Use in Undergraduate Chemistry Laboratories, Journal of Chemical Education (2023)1434.
- [3] J. Tysson, Shortcomings of ChatGPT, Journal of Chemical Education (2023) 3098.
- [4] S. Fergus, M. Botha, M. Ostovar, Evaluating Academic Answers Generated Using ChatGPT, Journal of Chemical Education (2023) 1672.
- [5] Web ChatGPT: <https://chatgpt.com/> consultado el 11-06-2024

Viajando por la Tabla Periódica

RAQUEL FERNANDEZ BLANCO
Jefa de departamento de Física y Química I.E.S. Recesvinto
Venta de Baños (Palencia)
raquel.ferbla@educa.jcyl.es

Resumen

Este proyecto educativo para estudiantes de 2º de ESO tiene como objetivo explorar la Tabla Periódica mediante actividades prácticas y colaborativas, justificándose en el marco de la nueva normativa LOMLOE. Los objetivos abarcan comprender la estructura y organización de la Tabla, identificar grupos y periodos y relacionar propiedades de los elementos con su posición. También se busca despertar interés en la Química y establecer conexiones con la vida diaria. Entre las diversas actividades a realizar se incluyen: completar un "Pasaporte Químico", realizar una práctica de laboratorio "Sacando los colores al manganeso con un chupachús", diseñar un juego interactivo usando la plataforma "Baamboozle" y poder disfrutar de la gamificación en el aula jugando al "Metro Químico".

Se pretende que todas estas actividades fomenten habilidades como la investigación, presentación oral, trabajo en equipo y uso de TIC. Este enfoque pedagógico promueve la autonomía del estudiante y refuerza su autoestima, reflexión y responsabilidad.

La metodología se alinea con situaciones de aprendizaje, contribuyendo al desarrollo de competencias clave. Se busca ofrecer un desafío motivador para todos los alumnos, independientemente de sus habilidades y preferencias de aprendizaje.

Palabras clave: situación, aprendizaje, proyecto significativo, gamificación, TIC, educación, química, pasaporte.

Justificación

Los estudiantes de 2º de ESO se van a sumergir en el maravilloso mundo de la Química a través de un viaje por la Tabla Periódica, explorando su historia, estructura y clasificación de los elementos.

En el artículo 19.4. del Proyecto de Decreto de currículo se indica que en los términos que establezcan los centros educativos en sus propuestas curriculares, y al objeto de fomentar la integración de las competencias y contribuir a su desarrollo, los docentes incluirán en sus programaciones didácticas la realización de proyectos significativos y relevantes y la resolución colaborativa de problemas, que refuercen la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad del alumnado, junto al tiempo lectivo que durante el curso dedicarán a tal fin.¹

Por otro lado, en el artículo 14 del Proyecto de Decreto de currículo se definen las situaciones de aprendizaje como el conjunto de momentos, circunstancias, disposiciones y escenarios alineados con las competencias clave y con las competencias específicas a ellas vinculadas, que requieren por parte del alumnado la resolución de actividades y tareas secuenciadas a través de la movilización de estrategias y contenidos, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las competencias.

Por lo tanto, el objetivo principal de este proyecto significativo es despertar el interés en los estudiantes por la Química, ya que es en este curso cuando ven por primera vez esta materia. Se busca establecer relaciones entre materiales usados en el día a día con los elementos presentes en dichas sustancias, analizar sus características, cualidades o precauciones a la hora de manejarlas. Se busca ofrecer un desafío que motive a todos los alumnos, independientemente de sus habilidades y preferencias de aprendizaje.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se emplea como una metodología activa que pretende que el alumnado aprenda a aprender y logre, según Pérez Gómez² (citado en Vergara Ramírez, 2016) un aprendizaje creativo y crítico y ser el protagonista de dicho aprendizaje. El alumnado estará involucrado en actividades que permiten conectar la vida real con la materia. De esta forma pueden construir nuevos conocimientos y/o utilizarlos en otros contextos distintos al aula. Para algunos autores, el ABP se asienta en el desarrollo competencial, de manera que el alumnado ha de ser capaz de construir su propio conocimiento a través de la interacción con la realidad (Balcells, 2014)³

En cuanto a la gamificación empleada, trata de ser una herramienta más para favorecer el interés y la motivación del alumnado y de esta forma mejorar sus resultados de aprendizaje de una manera lúdica.

La gamificación, para Ramirez Cogollor (2014),⁴ “tiene por objeto divertir, fidelizar y mejorar la experiencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje” (p.28) y para Borrás Gené (2015),⁵ “la gamificación activa la motivación en el aprendizaje, permite obtener una retroalimentación constante, adquirir un aprendizaje más significativo, favorece el compromiso del alumnado con el aprendizaje, ayuda a la obtención de competencias clave y la obtención de aprendizajes más autónomos y fomenta la competitividad y la cooperación”.

En la era actual, el alumnado está inmerso en la tecnología, las redes sociales y los videojuegos. Como docentes, debemos adaptarnos a su realidad y emplear metodologías activas para convertir toda esa información en conocimiento.

El impacto tecnológico provoca un “comportamiento informacional” en la forma de obtener el conocimiento por parte del alumnado: “prestan más atención a las pantallas que a los libros, tienen más de un dispositivo propio conectado a Internet (Tablet, Smartphone, PC), disponen de cuentas y perfiles en una variedad de servicios web (correo electrónico, redes sociales, perfiles web, etc.), utilizan estos dispositivos para todo tipo de consultas e intercambios de información, juegan con diferentes tipos de plataformas de videojuegos y están expuestos a una enorme cantidad de información a todas horas en cualquier lugar” (Bringué Sala & Sádaba Chalezquer, 2010)⁶.

La gamificación, en particular en su modalidad digital, es una manera eficaz de integrar la realidad del estudiante en el entorno educativo. Este enfoque puede contribuir a que los alumnos se sientan más a gusto y comprometidos con el proceso de aprendizaje, promoviendo además el desarrollo de un pensamiento más aplicado y creativo. La inclusión de las TIC en el aula, para implementar en este caso la metodología gamificada puede servir para motivar al alumnado en las clases, haciéndoles protagonistas de su propio aprendizaje (Prensky, 2005; Mollas y Roselló, 2010 citados en Fuentes-Hurtado & González Martínez, 2019)⁷.

Otros importantes recursos para tener en cuenta son las actividades experimentales. Diversas investigaciones en didáctica han demostrado ampliamente sus beneficios gracias al conocimiento vivencial que facilitan (Reigosa, 2010)⁸, pero no sólo es destacable la mejora en la comprensión, sino además en el resto de las competencias (sociales, lingüísticas, cívicas, etc.) que también se ponen en juego (Caamaño, 2011b)⁹.

Objetivos

1. Conocer la estructura y organización de la Tabla Periódica.
2. Identificar los grupos y periodos de la Tabla Periódica.
3. Comprender la importancia de los elementos químicos y su clasificación en la Tabla Periódica.
4. Relacionar las propiedades de los elementos con su posición en la Tabla Periódica.
5. Realizar una experiencia práctica en el laboratorio.
6. Aprender los usos y aplicaciones más importantes de algunos elementos químicos y su presencia en la vida diaria.

Producto final

Cada grupo de alumnos ha de conseguir completar su "Pasaporte Químico", es decir, conseguir los sellos de cada grupo de la Tabla Periódica que ha elegido, con la búsqueda adecuada de información y superando los diferentes retos que se va a ir encontrando.

Realizarán una práctica de laboratorio para "Sacar los colores al manganeso con un chupachús", como ejemplo de los diferentes colores que puede adoptar un elemento según su estado de oxidación o valencia.

Además, han de realizar un juego interactivo utilizando la plataforma "Baamboozle" y podrán disfrutar de la gamificación jugando con "El Metro Químico", juego diseñado específicamente para esta actividad.

Concreción curricular

Competencias Clave

Las Competencias Clave que se trabajan con este proyecto significativo son:

1. Competencia Lingüística. CCL
2. Competencia Digital. CD
3. Competencia Emprendedora. CE.
4. Competencia Matemática y en Ciencia, Tecnología e Ingeniería.

5. Competencia Ciudadana. CC
6. Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender. CPSAA
7. Competencia en Conciencia y Expresiones Culturales. CCEC

Competencias Específicas

Se trabajan las seis competencias específicas.

1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, con el fin de aplicarlas para resolver problemas que mejoren la realidad cercana y la calidad de vida humana.

2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.

3. Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la Física y la Química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes, para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.

4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.

5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.

6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación que se trabajan con esta situación de aprendizaje son los siguientes, según la normativa LOMLOE, establecidos en el Anexo III del Decreto 39/2022, de 29 de septiembre. En este caso los criterios de evaluación aparecen desglosados en indicadores de logro.

1.1.- Identificar fenómenos fisicoquímicos cotidianos expresándolos de manera oral y escrita.

1.3.- Reconoce situaciones problemáticas de índole científica.

2.1.- Identifica fenómenos a través de la indagación y la deducción. Describe fenómenos fisicoquímicos mediante la experimentación.

2.2.- Busca la forma de dar respuesta a una cuestión dada, seleccionando los contenidos de manera crítica.

3.1.- Interpreta la información facilitada a través de un texto gráfica o tabla para dar respuesta a un problema dado.

3.3.- Comprende los riesgos para la salud propia y colectiva que supone un manejo inadecuado del instrumental y reactivo de laboratorio. Aplica las normas de seguridad en el laboratorio asegurando la salud propia y colectiva.

4.1.- Utiliza recursos tradicionales y digitales para fomentar el autoaprendizaje. Analiza de manera crítica las aportaciones de sus compañeros en las distintas actividades.

4.2.- Utiliza medios variados para consultar información. Selecciona fuentes fiables de búsqueda, respetando la propiedad intelectual.

5.1.- Participa de manera activa en su propio aprendizaje, evaluando sus fortalezas y debilidades. Participa de manera cooperativa en actividades de aprendizaje, procurando la participación de todo el grupo.

6.1.- Reconoce el carácter cambiante y evolutivo de la ciencia, identifica el aporte de algunos hombres y mujeres científicas a la sociedad, reconoce la aportación de ciencia a la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

6.2.- Entiende como la ciencia puede aportar soluciones a las necesidades actuales.

Saberes Básicos

A. Las destrezas científicas básicas

Trabajo experimental y proyectos de investigación sencillos y guiados: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

Valoración de la cultura científica y del papel de los científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad.

B. La materia

Estructura atómica: desarrollo histórico de los modelos atómicos, utilización del modelo atómico planetario para entender la formación de iones, la existencia, formación, propiedades y usos tecnológicos y científicos de los isótopos radiactivos y ordenación de los elementos en la Tabla Periódica. Diferencias entre átomos y moléculas, elementos y compuestos. Sustancias de uso frecuente y conocido.

La concreción curricular del Proyecto significativo se encuentra esquematizado en la siguiente tabla:

VIAJANDO POR LA TABLA PERIÓDICA.

Contextualización: este proyecto significativo diseñado para estudiantes de 2º de ESO está centrado en la exploración práctica de la Tabla Periódica. Se destaca su enfoque colaborativo y significativo, que busca desarrollar competencias clave en los alumnos. El proyecto se fundamenta en la normativa curricular vigente y busca despertar el interés por la química desde una perspectiva práctica y lúdica.

Resumen: Este proyecto educativo para estudiantes de 2º de ESO tiene como objetivo explorar la Tabla Periódica mediante actividades prácticas y colaborativas. Los objetivos abarcan comprender la estructura y organización de la Tabla, identificar grupos y periodos, y relacionar propiedades de los elementos con su posición. También se busca despertar interés en la química y establecer conexiones con la vida diaria. Entre las diversas actividades a realizar se incluye completar un "Pasaporte Químico", realizar una práctica de laboratorio "Sacando los colores al manganeso con un chupachús", diseñar un juego interactivo usando la plataforma "Baamboozle" y poder disfrutar de la gamificación en el aula jugando al "Metro Químico". Se pretende con todas estas actividades fomentar habilidades como la investigación, presentación oral, trabajo en equipo y uso de TIC. Este enfoque pedagógico promueve la autonomía del estudiante y refuerza su autoestima, reflexión y responsabilidad. La metodología se alinea con situaciones de aprendizaje, contribuyendo al desarrollo de competencias clave. Se busca ofrecer un desafío motivador para todos los alumnos, independientemente de sus habilidades y preferencias de aprendizaje.

Temporalización: 7 sesiones en el segundo trimestre

Fundamentación curricular

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Indicadores de logro	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CE1	1.1 Identificar y comprender los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes (textos, representaciones esquemáticas, tablas, gráficas, aplicaciones informáticas) y medios de comunicación.	1.1.1 Identifica fenómenos fisicoquímicos cotidianos expresándolos de manera oral o escrita	CCL1, STEM2, CD1	d, e, f, g, h, j, k, o
		1.1.3 Explica, de manera razonada, fenómenos fisicoquímicos mediante soportes variados		
CE2	2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental, simulaciones informáticas y el razonamiento lógico-matemático.	2.1.1 Identifica fenómenos a través de la indagación y deducción.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4, CCEC3	
		2.1.2 Describe fenómenos fisicoquímicos mediante la experimentación		
	2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, buscando evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.	2.2.2 Busca la forma de dar respuesta a una cuestión dada, seleccionando los contenidos de manera crítica	CCL1, CCL3, STEM2, CD1, CPSAA4	

CE3	3.1 Emplear datos en diferentes formatos (textos, tablas y gráficos) para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto de poca dificultad, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.	3.1.2 Interpreta la información facilitada a través de un texto, gráfica o tabla para dar respuesta a un problema dado	STEM4, CD3, CPSAA4	b, c, d, e, f, g, h, j, k, l, m, n, o
	3.3 Poner en práctica las normas elementales de uso en el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.	3.3.2 Comprende los riesgos para la salud propia y colectiva que supone un manejo inadecuado del instrumental y reactivo de laboratorio 3.3.3 Aplica las normas de seguridad en el laboratorio asegurando la salud propia y colectiva	STEM5, CPSAA2, CC1	
CE4	4.1 Utilizar recursos variados, tradicionales y digitales, mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, con respeto hacia docentes y estudiantes y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.	4.1.1 Utiliza recursos tradicionales y digitales para fomentar el autoaprendizaje	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4	a, b, c, d, e, f, g, h, k, l, n, o
	4.2 Trabajar de forma adecuada y pautada con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información, seleccionando con criterio las fuentes más fiables y desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.	4.2.1 Utiliza medios variados, para consultar información	CCL2, CCL3, CD1, CD3, CPSAA3, CE3, CCEC4	
CE5	5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, iniciando actividades de cooperación como forma de explorar un medio de trabajo eficiente en la ciencia.	5.1.1 Participa de manera activa en su propio aprendizaje, evaluando sus fortalezas y debilidades	CCL5, CP3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2	a, b, c, d, e, f, g, h, l, j, k, m, o
		5.1.2 Participa de manera cooperativa y colaborativa en actividades de aprendizaje, procurando la participación de todo el grupo		
	5.2 Empezar, de forma guiada y de acuerdo con la metodología adecuada, proyectos científicos sencillos que involucren al alumnado en la mejora de la sociedad y que creen valor para el individuo y para la comunidad.	5.2.1 Realiza proyectos científicos de interés de manera guiada.	STEM3, STEM5, CE2	
CE6	6.1 Reconocer, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por hombres y mujeres de ciencia, que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que existen repercusiones mutuas de la ciencia actual con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.	6.1.1 Reconoce el carácter cambiante y evolutivo de la ciencia	STEM2, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC3, CCEC1	a, b, c, d, e, f, g, h, j, k, l, m, n, o
		6.1.2 Identifica el aporte de algunos hombres y mujeres científicas a la sociedad		
		6.1.3 Reconoce la aportación de la ciencia a la tecnología, la sociedad y el medio ambiente		
	6.2 Detectar en el entorno, a partir de una situación concreta, las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad, entendiendo la capacidad de la ciencia para darles solución sostenible a través de la implicación de todos los ciudadanos.	6.2.2 Entiende cómo la ciencia puede aportar soluciones a las necesidades actuales	STEM5, CD4, CC4	

Contenidos de la materia	Contenidos de carácter transversal
<ul style="list-style-type: none"> Trabajo experimental y proyectos de investigación sencillos y guiados: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones. Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad. Estructura atómica: desarrollo histórico de los modelos atómicos, utilización del modelo atómico planetario para entender la formación de iones, la existencia, formación, propiedades y usos tecnológicos y científicos de los isótopos radiactivos y ordenación de los elementos en la tabla periódica. Diferencias entre átomos y moléculas, elementos y compuestos. Sustancias de uso frecuente y conocido. 	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión lectora Fomento del espíritu crítico y científico Cooperación entre iguales Formación emocional y en valores Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y su uso ético y responsable El respeto mutuo y la cooperación entre iguales

Aprendizaje Interdisciplinar: Se relaciona con los contenidos de Tecnología y Digitalización.

Diseño de actividades

SESIÓN 1: “Tormenta de ideas”

Se lleva a los alumnos al aula de informática, ya que necesitarán buscar información en internet a lo largo de la sesión. Se realiza la distribución de los alumnos en grupos, que en este artículo denominaremos agrupaciones para que no haya confusión con los grupos de la Tabla Periódica, mediante el uso de sobres blancos que contengan tarjetas de diferentes colores. De esta forma, se realiza de manera aleatoria, por los colores que le haya tocado a cada uno.

En esta primera actividad, los alumnos, ya repartidos en agrupaciones, van a compartir sus conocimientos previos sobre la Tabla Periódica. Se les plantea tres cuestiones de reflexión:

- ¿Qué es la Tabla Periódica? ¿Para qué sirve?
- ¿Quién fue Mendeleiev? ¿Por qué es importante en Química?
- ¿Conozco algún elemento de los que aparecen en la Tabla Periódica? ¿Para qué sirve?

Transcurridos 10 minutos se pregunta a un representante de cada agrupación sobre las conclusiones obtenidas.

Posteriormente se presenta una Tabla Periódica indicando los nombres de los grupos y periodos y los elementos que los conforman. Se les presenta también el “Pasaporte de la Tabla Periódica” que han de completar. Se asigna a cada agrupación de alumnos una serie de grupos de la Tabla Periódica de los que tendrá que completar la información requerida en el pasaporte.



Figura 1. Portada y algunas páginas del “Pasaporte químico”

En nuestro caso las agrupaciones se asignan de la siguiente forma:

- Agrupación1 (5 alumnos): 1 (Alcalinos), 3 (Metales de transición) y 6 (Nitrogenoideos)
- Agrupación2 (4 alumnos): 2 (Alcalinotérreos), 4 (Boroideos) y 8 (Halógenos)
- Agrupación3 (4 alumnos): 5 (Carbonoideos), 7 (Anfígenos) y 9 (Gases nobles)

Se pide a los alumnos que realicen una búsqueda de información acerca de Mendeleiev y de las primeras Tablas Periódicas. Posteriormente han de buscar información acerca de los grupos que se les ha asignado. Se les indican unas pequeñas pautas para buscar:

a) Orígenes de la Tabla Periódica actual, Triadas, Newlands, Mendeleiev, etc.

b) Para cada uno de los grupos de la Tabla Periódica que les ha tocado:

- Miembros del grupo.
- Dos características del grupo.
- Elementos más importantes, los más usados y sus usos o aplicaciones más frecuentes de estos.

Se les entregará una presentación en PowerPoint con información adicional y se les permitirá consultar diversos libros para completar la información con la obtenida en la web si fuera necesario.

SESIONES 2 y 3: los alumnos han de completar la búsqueda de la información y con ella, rellenar sus “pasaportes químicos”.

Realizarán una pequeña presentación a sus compañeros de la información recopilada en sus pasaportes. La duración máxima de la exposición será de 10 minutos por agrupación.

Al final de la sesión se pondrán los sellos característicos a los alumnos que los hayan conseguido, si han sido capaces de completar lo que se les pedía. Para conseguir completar el resto de los sellos de los grupos han de superar el siguiente reto.

RETO: “Cada oveja con su pareja”: se distribuyen por las paredes de toda el aula tarjetas con pistas. Cada tarjeta le corresponde solamente a un elemento químico. En las mesas se dejan los nombres de los elementos. Los alumnos, en sus correspondientes agrupaciones, tratarán de unir la pista con el elemento, quedándose con ambas tarjetas, para poder comprobar si las uniones son correctas. Cuantas más pistas unan a los elementos, más sellos conseguirán para sus pasaportes.



Figura 2. Ejemplos de tarjetas con pistas y con soluciones.

SESIÓN 4: “Sacamos los colores al Manganeso”: Los alumnos van a realizar una experiencia práctica que consiste en ver los diferentes colores que tiene el manganeso según sus diferentes valencias (números de oxidación). La práctica se realiza de manera sencilla usando un Chupachús, permanganato de potasio y una disolución que contenga medio básico (agua con unas lentejas de sosa caustica disueltas).

Para realizar la práctica, se lleva a los alumnos al laboratorio y se les presenta la siguiente infografía en la que pueden ver el esquema con los pasos a seguir para realizar la experiencia. En la casilla 7 se les deja un enlace con la información necesaria para completar un informe de prácticas que han de entregar al profesor.



Figura 3. Infografía de la práctica.

El guion para realizar la práctica es el siguiente. Se entregará a los alumnos con posterioridad, una vez comiencen en sus puestos a preparar la experiencia práctica.

Práctica de laboratorio

“SACAR LOS COLORES AL MANGANESO CON UN CHUPA-CHUS”

1.- OBJETIVO

Observar de una manera muy sencilla cómo el Manganeso tiene diferente color según su estado de oxidación, es decir, según su valencia.

2.- FUNDAMENTO TEÓRICO

Este experimento se basa en un tipo de reacciones llamadas REDOX. En este tipo de reacciones hay un agente reductor, en nuestro caso el chupa-chus (la glucosa, que es un tipo de azúcar) y un agente oxidante, que en nuestro caso va variando. En este caso, la glucosa se añade a una disolución de permanganato potásico junto con hidróxido sódico, lo que nos permite ver una serie de reacciones redox pudiendo observar los diferentes estados de oxidación del manganeso desde +2 hasta +7 que implican diferentes colores para cada uno de ellos.

Las reacciones REDOX se estudian en cursos superiores.

3.- MATERIALES Y PRODUCTOS

Los materiales que necesitamos son:

- Permanganato potásico (KMnO_4)
- Chupachús (ya que contiene glucosa)
- 3-4 lentejas de hidróxido de sodio (NaOH)
- 200 ml de agua (si es posible destilada)
- Vaso de precipitados de 500 ml.
- Cuchara, espátula y varilla de vidrio.

4.- MEDIDAS DE SEGURIDAD

Debido a que se va a trabajar con hidróxido de sodio y permanganato potásico es necesario que los alumnos usen gafas de seguridad, guantes y bata de laboratorio.

5.- MONTAJE Y PROCEDIMIENTO

1. En un vaso de precipitados de 500 ml se vierten 200 ml de agua y las 3 o 4 lentejas de hidróxido de sodio (ATENCIÓN: los alumnos no deben tocar las lentejas de hidróxido de sodio con las manos).
2. Con una varilla de vidrio se disuelve por completo el hidróxido (ATENCIÓN: evitar las salpicaduras durante la agitación).
3. Posteriormente se añade una punta de espátula (una pizca) de permanganato potásico y se remueve con la varilla.
4. Una vez hemos preparado la disolución introducimos con cuidado el chupachús y comenzamos a dar vueltas sin parar.
5. Observamos los diferentes colores de la disolución.

6.- ANALISIS DE RESULTADOS

A medida que el chupachús se disuelve en la disolución que contiene iones de manganeso, se pueden distinguir al menos cinco colores diferentes, correspondientes a los diferentes estados de oxidación de este metal.

- Púrpura: primer color el manganeso con estado de oxidación +7
- Verde: segundo color con el estado de oxidación +6.
- Azul: tercer color del estado de oxidación +5.
- Amarillo-marrón: para el estado de oxidación +4.
- Naranja: formación de suspensión coloidal del manganeso +2.

7.- CUESTIONES

- ¿Has podido observar todos los colores indicados? ¿Han seguido el orden de aparición como se indicaba?
- ¿Crees que el color del chupachús hace que varíen los colores que observamos?
- Investiga si hay algún elemento más que sufra estos cambios de colores con los estados de oxidación como el manganeso.

SESIÓN 5 y 6: los alumnos van a realizar un “Baamboozle” sobre los elementos químicos y las curiosidades, aplicaciones o usos importantes que han ido descubriendo de los diferentes elementos químicos. Cada agrupación elabora uno y posteriormente se juega con los que han preparado.

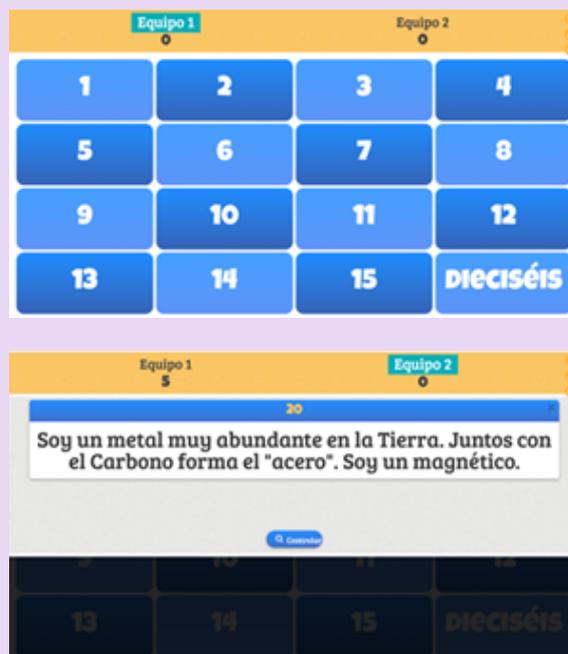


Figura 4. Pantalla del juego y una de las casillas abiertas.

SESIÓN 7: finalmente, en la última sesión los alumnos van a poder practicar con los elementos que componen cada grupo de la Tabla Periódica jugando con “El Metro Periódico”.

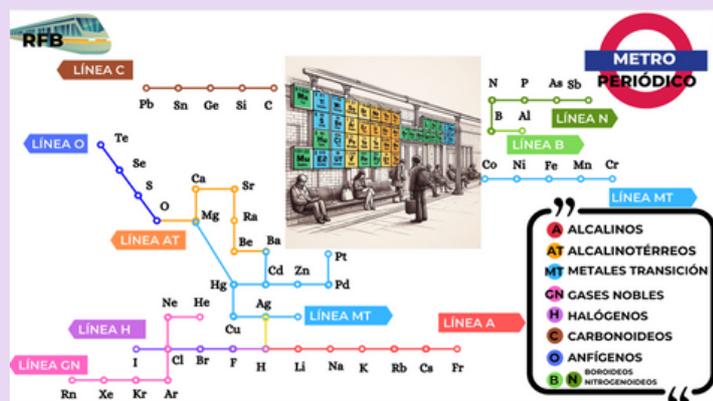


Figura 5. Tablero del juego de mesa “Metro Químico”



Figura 6. Bilettes del juego de "Metro Químico"



Figura 7. Algunas cartas de "Metro Químico"

La profesora entregará a cada agrupación un plano de metro de la Tabla Periódica diseñado para esta actividad, donde cada parada se corresponde con un elemento. Las líneas están coloreadas por los grupos de la Tabla Periódica. Las hay de dos tipos, por elementos de un mismo grupo de la tabla o bien por valencias similares. Se entregan también las piezas, de modo que cada jugador tiene de su color, que se irán colocando en el tablero a medida que se van consiguiendo elementos de una misma línea.

¿Cómo se juega?

Se coloca el tablero en la mesa y se reparten dos billetes a cada jugador. Estos no se pueden enseñar.

Posteriormente se reparten las cartas de los elementos químicos (paradas de metro de diferentes líneas): cuatro cartas a cada jugador. Se dejan cinco cartas sobrantes boca arriba junto al mazo de los elementos restantes.

Objetivo

Completar al menos uno de los dos billetes de metro.

Jugar

El turno lo comienza el jugador más joven. Después, el turno va pasando de uno a otro jugador en sentido de las agujas del reloj, hasta que la partida finaliza.

¿Qué hacer en tu turno?

En su turno, cada jugador debe realizar una de las siguientes acciones: robar cartas de elementos químicos, reclamar una ruta o robar billetes de destino. Sólo se puede realizar una de estas acciones por turno.

El juego se realiza con las cartas y los billetes de metro cubiertos. Cada jugador posee fichas de su color que coloca encima de los elementos en el tablero (en las paradas de metro) de los que posee cartas. Esto permite utilizar diferentes estrategias de robar cartas de la mesa o bien del mazo para ser el primero en completar un billete de metro.

Robar cartas de elementos químicos (paradas de cada línea de metro): un jugador puede robar dos cartas. Puede elegir entre las cartas que están boca arriba o robar la carta superior del mazo. Si toma una carta boca arriba, debe reemplazarla con una carta del mazo.

Reclamar rutas: para reclamar un billete, un jugador debe jugar un conjunto de cartas igual al número de paradas en esa ruta. Las cartas deben ser del mismo tipo específico. Cuando se reclama un billete, el jugador entrega las cartas de elementos que completan esta ruta.

Robar billetes de destino: un jugador puede robar más billetes de destino si lo desea. Debe conservar al menos uno de los billetes que se le entregan al inicio de la partida.

Evaluación

Cumpliendo con la normativa LOMLOE en Castilla y León, se implementará un sistema de evaluación mediante rúbricas. Estas rúbricas se emplearán para valorar las presentaciones orales, asegurando que los alumnos demuestren una comprensión clara y articulada de los conceptos químicos. Además, se utilizarán para evaluar la elaboración de juegos didácticos, fomentando la creatividad y la aplicación práctica del conocimiento. Por último, las rúbricas servirán para evaluar las prácticas de laboratorio, garantizando que los estudiantes sigan procedimientos adecuados, mantengan la seguridad y reflejen una comprensión del experimento realizado. Este enfoque holístico permitirá una evaluación integral y justa del desempeño estudiantil.

Conclusión

La inmersión en el fascinante mundo de la Química a través de este viaje por la Tabla Periódica ha sido una experiencia enriquecedora para los estudiantes de 2º de ESO del Centro en el que se ha desarrollado. A lo largo de este proyecto, han explorado la historia, la estructura y la clasificación de los elementos, participando en actividades prácticas y colaborativas que han fortalecido sus habilidades de investigación, presentación oral y trabajo en equipo.

El objetivo principal de este proyecto ha sido despertar el interés de los alumnos por la Química, estableciendo conexiones entre los compuestos químicos presentes en su vida cotidiana y los elementos de la Tabla Periódica. A través de la resolución de retos y la elaboración de un juego interactivo, se ha buscado motivar a todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades y preferencias de aprendizaje.

Durante el desarrollo del proyecto, los alumnos han alcanzado diversos objetivos, como el conocimiento de la estructura y organización de la Tabla Periódica, la identificación de grupos y periodos, la comprensión de la importancia de los elementos químicos y sus propiedades, así como la realización de experiencias prácticas en el laboratorio. Además, han aprendido sobre los usos y aplicaciones de algunos elementos en la vida diaria, reforzando así su comprensión de la ciencia en su entorno.

El producto final, el "Pasaporte Químico", ha sido el resultado del esfuerzo y la dedicación de los grupos de alumnos, quienes han completado sus sellos mediante la búsqueda de información y la superación de retos. Además, la elaboración de un juego interactivo y la participación en "El Metro Químico" han permitido consolidar los conocimientos adquiridos de manera lúdica y dinámica.

En resumen, este proyecto ha cumplido con éxito su objetivo de promover el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias clave en los estudiantes, al tiempo que ha generado un ambiente de curiosidad y motivación hacia la química. La experiencia adquirida durante este viaje por la Tabla Periódica seguramente dejará una huella duradera en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Bibliografía

- [1] LOMLOE: DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- [2] Vergara Ramirez, J. J. (2016). Aprendo porque quiero. Madrid: SM
- [3] Balcells, M. (2014). El trabajo por proyectos: Una metodología global. Cuadernos De Pedagogía, 450, 7-13.
- [4] Ramirez Cogollor, J. L. (2014) GAMIFICACIÓN: Mecánicas de juego en tu vida personal y profesional. Madrid: Servicio Comercial del Libro.
- [5] Borrás Gené, O. (2015). Fundamentos de Gamificación.
- [6] Bringué Sala, X., & Sádaba Chalezquer, C. Rasgos configuradores de la generación interactiva en España. Paper presented at the Congreso AE-IC. 287.
- [7] Fuentes-Hurtado, M. & González Martínez, J. (2019). Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (70), 1-17. Doi:10.21556/edutec.2019.70.1469.
- [8] Reigosa, C. E. (2010). Una experiencia de resolución de problemas de Física y Química en el laboratorio de ESO. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales 65, 110-116.
- [9] Caamaño, A. (2011b). Los trabajos prácticos en Física y Química: interpretar e investigar Didáctica de la Física y la Química (vol. 2). Barcelona Graó.

/ PSN
Seguros de Vida



No les hagas daño a los tuyos

La inexorable muerte da sentido a la vida. Con frecuencia inoportuna pone en riesgo y desprotege a nuestros seres más queridos. No estamos libres de que ellos sean sus otras víctimas. Protégelos con la gama de seguros de Vida de PSN. No evitarás la tragedia, pero sí sus desastrosas consecuencias.



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**