

# GALICIA QUÍMICA

2º Semestre 2023

Volumen 5, nº 2



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA



**Colegio Oficial de  
Químicos de Galicia**

Colegio Oficial de Químicos de Galicia

# GALICIA QUÍMICA

## Galicia Química

Revista del Colegio Oficial de  
Químicos de Galicia

2º Semestre 2023

Volumen 5, 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

### Contenido

[EDITORIAL ..... 3](#)

[I CONGRESO QUISEMA .....4](#)

REPORTAJE

[IV Congreso Internacional de Didáctica de la  
Química: Avances y Perspectivas .....5](#)

[FORMACIÓN COLQUIGA .....13](#)

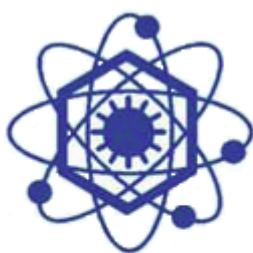
METODOLOGÍAS DOCENTES

[UNA ESCAPE-ROOM PARA RECORDAR LA ES-  
TRUCTURA DE AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNAS EN LA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA DEL GRADO DE  
QUÍMICA .....14](#)

[DETERMINACIÓN DEL CALOR DE VAPORIZA-  
CIÓN DEL AGUA, MEDIANTE UNA PRÁCTICA  
VIRTUAL DE LABORATORIO DE QUÍMICA.....24](#)

[RECONOCIMIENTO DEL ALUMNADO COMO  
PERSONAS INVESTIGADORAS .....29](#)

[PROYECTO DE AULA: IMPLEMENTACIÓN DE  
AULA INVERTIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIO-  
DIESEL A PARTIR DEL ACEITE USADO EN LA CAFE-  
TERIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA GABRIE-  
LA MISTRAL .....36](#)



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA



Colegio Oficial de  
**Químicos de Galicia**



**Manuel Rodríguez  
Méndez**

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

## EDITORIAL

Hola a todos,

Ya parece que la pandemia quedó atrás y tanto en la Asociación como en el Colegio Oficial de Químicos de Galicia estamos funcionando al 100% de capacidad. El año 2022 lo finalizamos con el **XXVI ENCONTRO GALEGO PORTUGUÉS DE QUÍMICA** en donde hemos registrado uno de los mayores congresos, en ponencias presentadas y congresistas, que hemos realizado. También hemos publicado el libro **MULLERES NA QUÍMICA** donde hemos querido rescatar y visualizar la importante aportación realizada a la química por muchas mujeres, cuya labor fue silenciada por compañeros y por la sociedad en la que les tocó vivir.

En el presente año 2023, acabamos de finalizar el **IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**, que se llevó a cabo de forma online con la plataforma virtual que tiene contratada el Colegio y en el que hemos tenido a congresistas de toda España e Iberoamérica. En este número de **GALICIA QUÍMICA** os mostramos algunos de los artículos presentados en este Congreso.

En el mes de marzo hemos realizado la **XL Olimpiada Gallega de Química** con un récord de participación de centros educativos de Galicia y, además, en la Olimpiada Nacional de Química, celebrada a finales de abril, en Valencia, hemos obtenido uno de los segundos premios, otro de los terceros premios y, además, un accésit.

Los días 4 y 5 de diciembre de este año, vamos a llevar a cabo el **I CONGRESO INTERNACIONAL DE QUÍMICA, SEGURIDAD Y MEDIOAMBIENTE (QUISEMA)**. Con este congreso vamos a tratar de unir a las personas que ejercen la profesión química en el mundo empresarial con las personas que la ejercen en los centros de investigación, en materia de seguridad y protección medioambiental. Este congreso se realizará, alternativamente, con nuestros colegas del Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León y su Asociación de Químicos. Con **QUISEMA**, como congreso enfocado al área de la empresa química, tendremos completado las tres áreas de actuación de la profesión química, junto con los **ENCONTROS** (área científica) y los congresos de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA** (área formativa).

Este año, nuestros colegas de la Sociedad Portuguesa de Química organizarán el **XXVII ENCONTRO LUSO GALEGO DE QUÍMICA** los días 22, 23 y 24 de noviembre, en Oporto, y nosotros ya estamos preparando la edición 28ª para el año 2024, con la intención de mejorar la realizada en el año 2022.

Muchos son los retos que tenemos encima de la mesa, unos son para retomar el camino ya iniciado por anteriores juntas directivas y otros son nuevos. Como siempre, las puertas de la Asociación y del Colegio Oficial de Químicos de Galicia están abiertas a todas las personas que queráis participar en dichas actividades ya sea en la organización de los eventos o asistiendo a ellos como congresistas y conferenciantes. ¡Animaros!

Ponentes Plenarios



**Prof. Gerasimos Lyberatos**  
Director, Organic Chemical Technology Laboratory  
School of Chemical Engineering  
National Technical University of Athens - Greece



**Prof. Cristina Nerín de la Puerta**  
Departamento de Química Analítica  
Universidad de Zaragoza - España



**D. Juan José Losada López**  
Director de Seguridad  
ENCE - Pontevedra - España

[www.colquiga.org](http://www.colquiga.org)  
Telf. +34 623 033 325  
[secretaria@colquiga.org](mailto:secretaria@colquiga.org)

  
CONGRESO  
INTERNACIONAL  
QUISEMA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería - USC

Rúa Lope Gómez de Marzoa  
Santiago de Compostela



Colexio Oficial de  
Químicos de Galicia

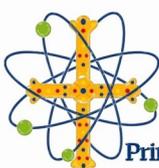
ORGANIZAN



Colegio Oficial  
de QUÍMICOS de  
Asturias y León



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA



Asociación de  
QUÍMICOS del  
Principado de Asturias



# IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA: AVANCES Y PERSPECTIVAS

Juan José Sanmartín Rodríguez

Coordinador del Congreso Internacional de Didáctica de la Química  
Vicedecano Sur del Colegio de Químicos de Galicia

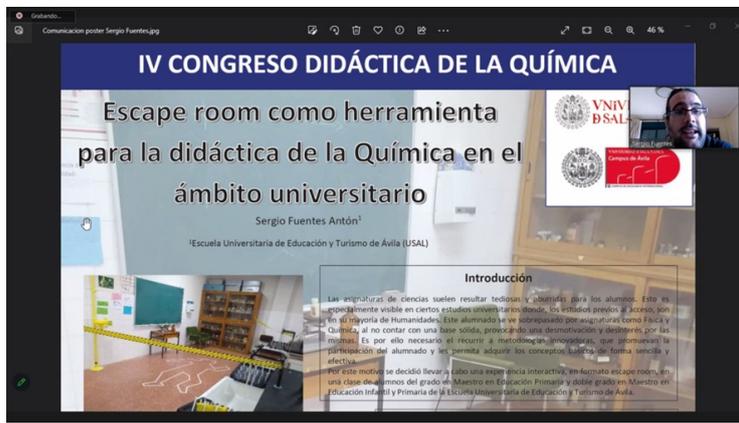


El IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, organizado por el Colegio Oficial de Químicos y la Asociación de Químicos de Galicia, reunió a investigadores y profesores de química, tanto del ámbito preuniversitario como universitario. Un total de 80 ponentes de España y América (Estados Unidos, Brasil, Argentina, Colombia, Guatemala, México y Perú) compartieron conocimientos, experiencias y avances en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la química.

Este ecosistema educativo dio a conocer las nuevas propuestas en didáctica y los nuevos escenarios en la enseñanza de una asignatura fundamental para nuestro futuro. El Congreso se llevó a cabo en cuatro sesiones entre el 18 al 20 de mayo a través de una plataforma en línea. Tres de las sesiones se realizaron en jornada de tarde (España) para conciliar el horario con América para así facilitar la participación de los múltiples ponentes y participantes que se unieron desde el otro lado del Atlántico. Este espacio único permitió discutir estrategias, metodologías y tendencias emergentes en la didáctica de la química, con el objetivo de mejorar la calidad de la educación en esta disciplina.

Con el IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química, la Asociación y el Colegio Oficial de Químicos de Galicia pretendió, una edición más, generar debate entre los agentes que protagonizan y participan en la formación de esta materia, fomentando un foro donde mostrar las tendencias actuales en didáctica y metodología de la química, una materia estratégica en la formación de las nuevas generaciones.





La didáctica de la química desempeña un papel crucial en la formación de estudiantes competentes en ciencias y ciudadanos conscientes de los desafíos y aplicaciones de la química en la sociedad. Con el objetivo de promover la excelencia en la enseñanza de la química se organizan esta serie de Congresos, siendo esta la 4ª Edición que se realizó de forma virtual en esta ocasión.

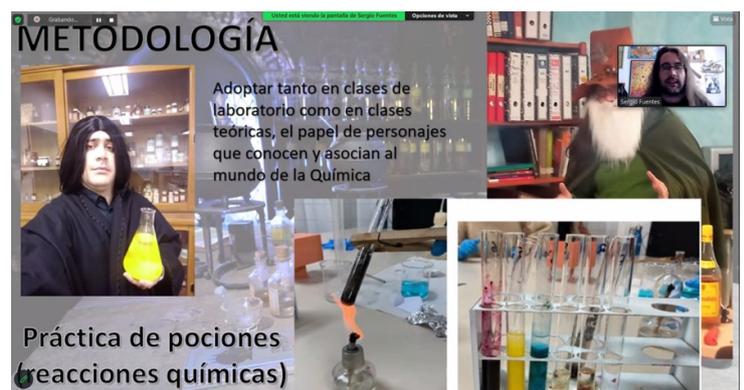
Este evento buscó fomentar la colaboración e intercambio de ideas entre profesionales y expertos en la enseñanza de la química, así como establecer nuevas líneas de investigación y abordar los desafíos actuales y futuros en este campo.

El congreso virtual se estructuró en torno a diferentes temas relacionados con la didáctica de la química, que abarcaron desde enfoques pedagógicos innovadores hasta el uso de tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la química. Se llevaron a cabo conferencias magistrales a cargo de destacados expertos internacionales además de presentaciones orales y sesiones de pósteres, todo ello a través de plataformas en línea interactivas. Los participantes tuvieron la oportunidad de presentar sus investigaciones, experiencias educativas y proyectos innovadores, así como de debatir sobre los desafíos y las perspectivas en el campo de la didáctica de la química.

La temática del Congreso fue muy variada, podríamos aglutinarla en los siguientes campos aunque la mayoría de las experiencias abordarían varios al mismo tiempo.

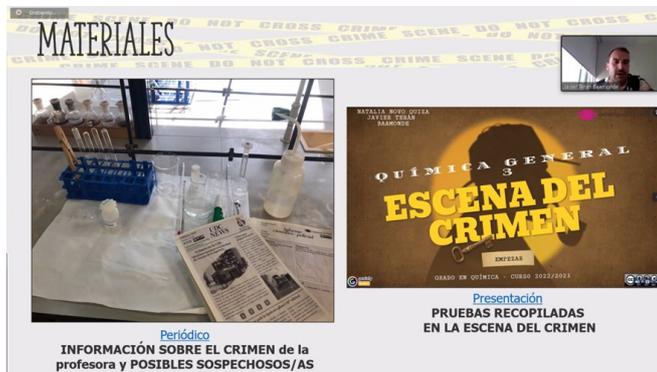
**Estrategias didácticas innovadoras:** Se discutieron enfoques pedagógicos novedosos que promueven el aprendizaje activo, la participación de los estudiantes y el desarrollo de habilidades científicas fundamentales.

**Tecnología en la enseñanza de la química:** Se exploraron las posibilidades y desafíos del uso de tecnologías de la información y la comunicación, como simulaciones, realidad virtual, herramientas interactivas y uso de redes sociales, para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes por la química.

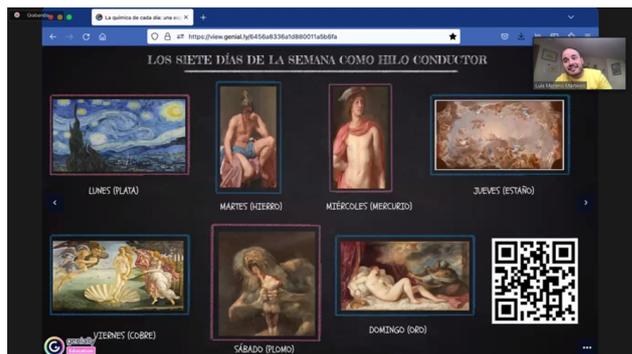


**Aprendizaje basado en problemas:** Se presentaron experiencias educativas que utilizan problemas y situaciones reales como punto de partida para la enseñanza de la química, fomentando el razonamiento crítico y la resolución de problemas.

Educación inclusiva en química: Se abordaron estrategias para promover la igualdad de oportunidades y la inclusión de todos los estudiantes en la enseñanza de la química, teniendo en cuenta las diversidades culturales, de género y de habilidades.

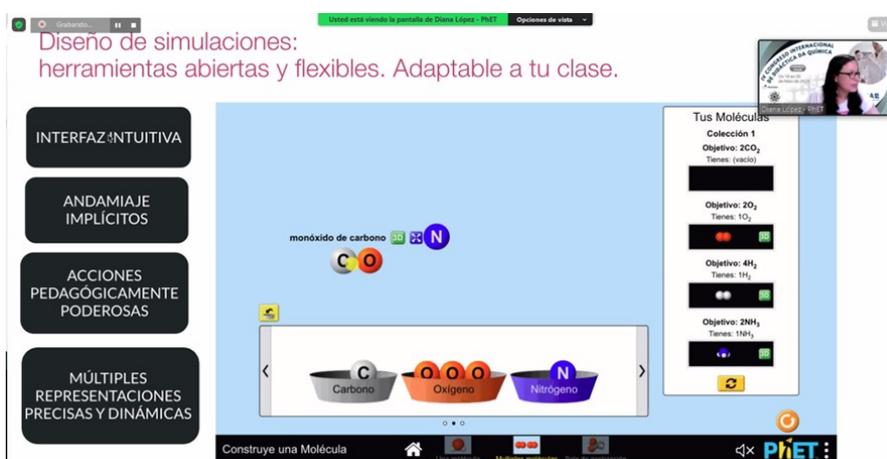


Evaluación y retroalimentación: Se analizaron diferentes enfoques y herramientas para evaluar el aprendizaje de los estudiantes de química, así como para proporcionar retroalimentación efectiva que promueva su progreso y desarrollo.



Formación y desarrollo profesional del profesorado: Una de las principales ideas del Congreso es la formación y actualización de los docentes en didáctica de la química, con el objetivo de fortalecer sus competencias pedagógicas y promover la excelencia en la enseñanza.

El IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química contó con 3 ponencias plenarias de destacados expertos en el campo de la enseñanza de la química.



**Explorando la Química con Simulaciones PhET** Interactive Simulations. En esta ponencia, la Dra. Diana B. López Tavares presentó el proyecto PhET de la Universidad de Colorado (Boulder), Estados Unidos, que se dedica a crear simulaciones interactivas y laboratorios virtuales gratuitos para el aprendizaje de ciencias y matemáticas. Las simulaciones de PhET se basan en investigaciones educativas extensivas y proporcionan a los estudiantes un entorno intuitivo, similar a un juego, para explorar y descubrir conceptos científicos. Se destacó el papel de las simulaciones en el logro de un aprendizaje conceptual profundo y el desarrollo de habilidades de indagación en los estudiantes. También se presentaron ejemplos de cómo integrar las simulaciones de PhET en clases presenciales y virtuales, así como los proyectos de formación docente y creación de comunidades que PhET - Global está implementando. Las Simulaciones PHET son una de las más utilizadas en la docencia de la Química en todo el mundo.

**Propuestas para el aula con objetos digitales de educaplus.org**

Jesús Peñas

**Propuestas para el aula con objetos digitales de educaplus.org.** Ponencia en que el Prof. Jesús Peñas Cano destacó la importancia de las animaciones y simulaciones como estrategias efectivas para el aprendizaje de conceptos y fenómenos complejos en la enseñanza de las ciencias. Se presentaron diversas propuestas de juegos y simulaciones interactivas disponibles en educaplus.org, destinadas a mejorar el conocimiento de la terminología básica de los elementos químicos, explorar reacciones químicas y repasar los postulados del modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno. Se resaltó el potencial de estas herramientas para fomentar el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Destacar que los recursos elaborados en educaplus.org son íntegramente realizados por el Prof. Jesús Peñas y su uso está ampliamente extendido entre los docentes de química, siendo uno de los recursos imprescindibles en el aula.

	<p style="text-align: center;">JORNADAS VITICULTURA Y ENOLOGÍA (ALMENDRALEJO - BADAJOZ)</p>

**Experiencias para desarrollar competencias transversales en estudiantes universitarios.** La Dra. María Isabel Rodríguez Cáceres compartió experiencias llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura, donde imparte docencia, para desarrollar competencias transversales en estudiantes universitarios. Se destacó la importancia de trabajar no solo las competencias específicas de cada asignatura, sino también las competencias generales y transversales. En esta ponencia se mencionó que se observó una disminución en la capacidad de comprensión, expresión y síntesis de los estudiantes universitarios, lo que motivó la puesta en marcha de actividades para abordar estas debilidades. Además, se aludió al cambio de metodología impulsado por el Espacio Europeo de Educación Superior y la necesidad de trabajar competencias transversales en el Grado en Química. En las conclusiones de esta ponencia se manifestó la necesidad de trasladar estas competencias a niveles anteriores dentro de la enseñanza, siendo una propuesta muy necesaria y replicable.

Un participante ha habilitado los subtítulos ocultos. ¿Quién puede ver esta transcripción? Grab...

## El arte que nos inspira

**Postimpresionismo**  
Un domingo en La Grande Jatte

**Pigmentos**

**Amarillo Zn**  
 $K_2O \cdot 4 ZnCrO_4 \cdot 3 H_2O$   
Amarillo Zinc / amarillo ultramar  
Inestabilidad → Luz

Estas ponencias plenarias brindaron a los asistentes al congreso ideas, recursos y enfoques innovadores pero solo fue la antesala de la enorme cantidad de propuestas vistas en el Congreso, que paso ahora a mencionar, propuestas divididas en diferentes bloques...

## ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

- Taller de Iniciación a la Divulgación Científica dirigido a estudiantes recién graduados. Una herramienta para despertar vocaciones científicas.
- La química de cada día: una experiencia STEAM para aprender sobre la materia y sus cambios a través del arte y la historia.
- ¡A jugar con los elementos químicos!
- Cuatro temas para motivar y apasionar a los alumnos en el aprendizaje de la Química como ciencia natural.
- Asesinato en el laboratorio de Química Analítica.
- Aplicación de un escape room digital en química analítica.
- Aprendizaje basado en proyectos: validación de métodos analíticos.
- Debajo del dulce cebo, está el anzuelo.
- "Química al revés: el aula invertida en 2º de Bachillerato".
- La Historia de la Química en el marco de la Historia General de las Ciencias. Consideraciones para la enseñanza.
- Manualidades y fantasía: de Hogwarts al laboratorio de Química.
- El curriculum prescrito de Química en Argentina. Dos problemáticas surgidas a partir de la extensión de la obligatoriedad.
- Gamificación en Química.

## EN FORMATO PÓSTER

- Combinación química con goma EVA.
- Escape Room como propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química.
- El Mapa Estequiométrico: metodología para la enseñanza y aprendizaje significativo de cálculos estequiométricos.
- Aplicación de la metodología AICLE a la enseñanza de la Química.
- Escape room como herramienta para la didáctica de la Química en el ámbito universitario.
- Introduciendo el cribado de actividades biológicas de compuestos químicos en animal modelo.
- Escape room as a gamification strategy for chemistry learning for intermediate level undergraduates.
- Reconocimiento mutuo entre el graduado químico y la Industria: Competencias Transversales y Complementarias de Macromoléculas y Electroquímica.

## FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA

- Uso de las TIC's y la gamificación en el aula como elementos fundamentales en la comunicación oral del alumnado.
- Imagen corporativa, maquetación de publicaciones con canva y genially para el uso pedagógico y profesional.
- Explicando, como transposición didáctica, los conceptos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química.

En formato Póster.

- “Redox Reaction” – Juego Didáctico apoyo a la Docencia de Química REDOX.
- Montando la Tabla Periódica: gamificación en el aula de secundaria.
- Escape Room en el aula para integración de conceptos clave.

Consejo: reactivos de la mano con otras presentes en el reactor dando lugar a reacciones REDOX. Posteriormente se van acumulando esas cartas frente al jugador, para sumar los puntos obtenidos al final de la partida.

Una vez terminado el turno, se roba del almacén hasta tener tres cartas en la mano, y se pasa el turno al siguiente jugador. Una vez que almacén se acabe y ningún jugador tiene cartas, el juego termina y se sumarán los puntos de reacción obtenidos.

### ESTRUCTURA CARTA

Cada carta representa a un compuesto químico o par redox que podemos utilizar para que se dé la reacción química en el reactor, cada carta dispone de una serie de elementos e información de interés:

- 1- Nombre de la especie o del par.
- 2- Número de electrones que interviene.
- 3- Fórmula.
- 4- Información útil de interés.
- 5- Semirreacción y Potencial de reducción.
- 6- Número de Oxidación.
- 7- Color identificación rápida.

### TIPOS DE CARTAS

Hay 4 tipos de cartas básicas de juego que se diferencian en color del fondo:

- Fondo Rojo - Compuestos Oxidantes, toman electrones oxidando a otros.
- Fondo Azul - Compuestos Reductores, ceden electrones reduciendo a otros.
- Carta con Estrella - Compuestos especiales de interés industrial y científico, pueden ser usadas como cartas de fondo rojo y azul, pero si se combinan con su carta pareja de reacción de interés, se obtienen puntos de reacción extra.
- Cartas con fondos de otros colores: Son cartas de puntuación especial que están en la caja de juego y no se deben coger en situaciones especiales descritas posteriormente.

### COMO HACER UNA REACCIÓN REDOX

La mayoría de los puntos de reacción, se obtienen completando reacciones REDOX en el reactor, combinando 2 sustancias de diferente naturaleza química (Oxidante y Reductora) teniendo en cuenta que los electrones cedidos y aceptados en total por las cartas coinciden.

Ejemplo: Reacción del Flúor (Oxidante) con el Hierro (Reductor), reacción posible porque tienen diferente naturaleza química y uno toma 2 electrones y el otro cede también 2.

Si se combina solo cartas de una naturaleza química (mismo color), más de dos especies químicas o reactivos en el que la cantidad de electrones cedidos no sean igual a los aceptados considerando todas las cartas, la reacción no puede darse lugar.

### CARTAS DE INICIACIÓN ESPECIAL

## NUEVAS TECNOLOGÍAS

- “Ludo Educativo”: A multidisciplinary playful teaching-learning tool for all ages.
- Metodología de enseñanza para la elaboración de un diseño experimental aplicado a la síntesis de terpiridinas.
- TICs e Investigación Formativa en Espacios Virtuales.

En formato Póster.

- Uso de herramientas in silico para predecir la liberación de péptidos mediante proteólisis enzimática.
- La participación y el razonamiento lógico para la formación experiencial en análisis químico del Graduado Universitario.
- Chat GPT: ¿Un aliado o una amenaza en la educación?
- The Integrated Lab: a gamified point-and-click virtual lab experience for intermediate level undergraduates.
- Dinamización en el aula y mejora del aprendizaje mediante la gamificación y elaboración de contenidos virtuales.
- Uso de Instagram como herramienta docente en la asignatura Ingeniería Química.
- Interpretación de espectros y manejo de software: doble mejora educativa en el ámbito de la Química Orgánica.
- Uso de las herramientas en línea Edpuzzle y Genially para la enseñanza de la Química Orgánica.
- Incorporación de procedimientos de evaluación no presencial en el Grado en Química.

Grabando...

**Material.**

- ✓ Una caja de zapatos
- ✓ Plantillas de los componentes del espectroscopio.
- ✓ Red de difracción de transmisión (plástico) 1000 líneas/mm
- ✓ Reglas, tijeras, pegamento, etcétera
- ✓ Lámpara fluorescente, lámpara incandescente, tubos espectrales, etc.
- ✓ Teléfono inteligente.



Pedro Alberto Enriquez

## PRÁCTICAS DE QUÍMICA

- Practica de laboratorio para elaborar perfumes.
- Postimpresionismo, furanchos y el principio de Le Châtelier.
- Contribución del Laboratorio de Química de la EPS de Ferrol al Programa Becarios de Formación Complementaria de la UDC.
- Práctica de química virtual en formato Escape room.
- Reconocimiento del Alumnado como Personas Investigadoras.
- Un enfoque seguro, ecológico y sostenible para el estudio de la aditividad de absorbancias en espectrofotometría UV-Vis en prácticas de laboratorio de química.

En formato Póster.

- Characterization of food colorants as additives used in commercial chocolate candies.
- Punto isoeléctrico como clave para la extracción de proteínas de la Spirulina.
- Determinación espectrofotométrica de fosfato en aguas.
- La química del Gin-tonic o cómo hablar de fluorescencia.
- Haciendo espectros con una caja de zapatos.
- Diseño de un proyecto integrador sobre la implementación de la química verde para producir biofertilizantes a partir de afluentes residuales de procesos anaeróbicos, dirigido a estudiantes de ingeniería petroquímica de la universidad de Santander.
- El menú químico.
- Determinación experimental de la cinética de inmisión de gas radón a través de suelos.
- Reducción de arseniato y oxidación de arsenito de sodio para el análisis de aguas contaminadas por arsénico.
- Identificación del triptófano presente en jugo de piña (Ananas comosus) mediante cromatografía en capa fina.
- Feedback formativo como herramienta de mejora para el aprendizaje de la Química Física.
- Flipped Classroom en las prácticas de laboratorio.
- Cuestiones previas en Aula Virtual en los laboratorios de Química Orgánica.
- Técnicas de Aprendizaje Activo basado en la Investigación científica: Aplicación en los Laboratorios de Química.
- Práctica de laboratorio: formulación y ensayos de pinturas.

## Conclusiones

El IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química proporcionó un espacio de encuentro y diálogo entre profesionales de la educación y la química, permitiendo compartir conocimientos, experiencias e investigaciones relevantes en el campo de nuestra materia. El ser realizado de manera online permitió compartir experiencias desde distintos países alejados por miles de kilómetros en un fin común. Los participantes destacaron la importancia de seguir avanzando en el desarrollo de estrategias pedagógicas innovadoras y en el uso de tecnologías para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la química. Asimismo, se resaltó la necesidad de promover una educación inclusiva y equitativa en química, asegurando el acceso y la participación de todos los estudiantes, incluso en un entorno virtual.

**Reactivos usados tradicionalmente**

$K_2Cr_2O_7$

$KMnO_4$

IV Congreso Internacional Didáctica de la Química  
18-20 mayo de 2023

**EXPERIENCIA QUALITATIVA EN EL AULA**

- TRABAJO LÚDICO Y DINÁMICO DE LOS CONTENIDOS
- SE PUEDE USAR INICIALMENTE AL IMPARTIR LOS CONTENIDOS O COMO REPASO EN NIVELES SUPERIORES.
- PARTIDAS CORTAS Y AMENAS.
- JUNTAR ALUMNOS DE DIFERENTES CAPACIDADES.

El congreso reafirmó el compromiso de la comunidad educativa y científica en la mejora de la calidad de la enseñanza de la química y en la formación de estudiantes competentes y conscientes de la importancia de esta disciplina en la sociedad actual. Se logró un intercambio de ideas y conocimientos enriquecedor que impulsará la investigación y el avance en la didáctica de la química y una motivación extra dentro de los que pertenecemos a las organizaciones que convocaron el Congreso a realizar futuras ediciones del mismo, que se realizarán de forma online por el éxito obtenido con el mismo.

En resumen, el IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química en esta edición, al igual que las anteriores, fue un evento enriquecedor que contribuyó al avance y las perspectivas de la enseñanza de la química, impulsando la innovación y la formación continua de los educadores en esta área, incluso a través de medios virtuales.



Colexio Oficial de  
Químicos de Galicia



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA

[www.colquiga.org/formacioncolquiga](http://www.colquiga.org/formacioncolquiga)

# 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



[secretaria@colquiga.org](mailto:secretaria@colquiga.org)  
Telf.- 623 033 325

## FORMACIÓN ONLINE PERMANENTE

- ✂ 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](#)

# UNA ESCAPE-ROOM PARA RECORDAR LA ESTRUCTURA DE AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNAS EN LA ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA DEL GRADO DE QUÍMICA



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

**Josep J. Centelles\***, Santiago Imperial, Estefanía Moreno, Sandra Pérez-Torras, Pedro R. de Àturi

Departament de Bioquímica i Biomedicina Molecular. Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Diagonal 643. 08015-Barcelona, España

\*josepcentelles@ub.edu

## RESUMEN

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

Los juegos suelen ser muy apreciados por parte del alumnado y la población en general. Durante la pandemia preparamos diversos juegos para los alumnos, clasificados en las categorías: palabras carentes de sílabas o grupos de letras, anagramas y laberintos [1], palabras codificadas [2], palabras encadenadas, juegos del salto de caballo. A partir de estos juegos, y basándonos en una Escape-room desarrollada anteriormente por nuestro grupo de innovación docente (QuiMet) [3], realizamos una Escape-room dedicada a los aminoácidos y proteínas. Utilizando los cuestionarios de Google Drive, se presentan 10 secciones con preguntas dedicadas a la estructura de aminoácidos, estructura primaria, secundaria, supersecundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas, y dominios proteicos. 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 39 alumnos matriculados en el semestre de otoño y están siendo respondidos ahora por los alumnos del semestre de primavera. 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

Una propuesta de educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (en inglés, abreviado como STEM) consiste en fomentar las habilidades de los estudiantes en estas cuatro disciplinas, relacionándolas entre sí para una mejor experiencia educativa [4]. En este sentido, los juegos poseen un gran potencial, motivando a los estudiantes en varios aspectos al mismo tiempo [5]. La gamificación o utilización de juegos en docencia es en general una poderosa estrategia que ha transformado la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea. A través de la aplicación de elementos y dinámicas propias de los juegos en contextos no lúdicos, la gamificación nos invita a participar de manera activa y motivada en diversas actividades, desbloqueando nuestro potencial y llevándonos a alcanzar nuevos niveles de compromiso y logro.

La teoría constructivista se basa en que el aprendizaje ocurre al educar mediante experiencias gozosas. Según esta teoría, el juego es un elemento fundamental para que se consigan logros de aprendizaje significati-

vos. La falta de motivación en clase es uno de los retos más grandes a los que se enfrenta el docente [6] y por ello, hay que buscar nuevas técnicas para estimular al alumno. En esta era digital, donde la atención es un bien escaso y la motivación es clave para el éxito, la gamificación se ha convertido en una herramienta invaluable. Nos desafía, nos entretiene y nos empuja a dar lo mejor de nosotros mismos, brindándonos una experiencia enriquecedora y gratificante.

En nuestro grupo preparamos diversos juegos durante la pandemia, basados en pasatiempos [7, 8, 9, 10, 11]. Estos pasatiempos los clasificamos según el juego en palabras carentes de sílabas o que riman [12, 13], anagramas [1], laberintos [14], métodos usando códigos [2], métodos de encadenar [15]. Asimismo, también realizamos juegos utilizando el salto del caballo [16]. Dado que muchos de los juegos anteriores se basan en encontrar una palabra clave o frase, y puesto que las Escape-room son muy apreciadas como juegos, realizamos algunas con dichos juegos que generan una palabra clave para el aprendizaje de los alumnos. Entre ellas, destacan una en inglés sobre el ciclo de Krebs [3].

---

*En esta era digital, donde la atención es un bien escaso y la motivación es clave para el éxito, la gamificación se ha convertido en una herramienta invaluable.*

---

## 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 consiste 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 aminoácidos y proteínas.

## 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 [17]. 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 tomaba como un valor entre dos números. Por último, el cuestionario terminaba con un test de Likert con preguntas sobre la satisfacción de la tarea.

## RESULTADOS

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. 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 los aminoácidos más frecuentes que forman parte de las proteínas. Asimismo, se presenta una Figura en la que se muestran los nombres de dichos aminoácidos, distribuidos en los 3 grandes grupos según el carácter de su grupo R (ácidos, neutros y básicos) (Figura 1).

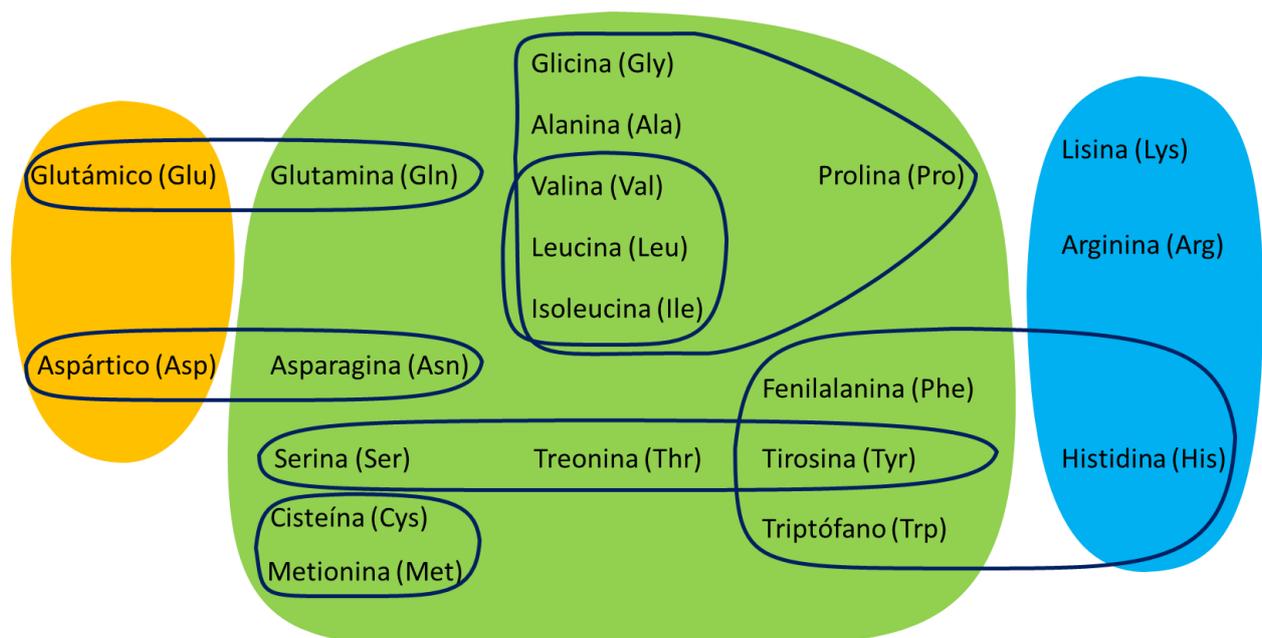


Figura 1.- Clasificación de los aminoácidos que forman parte de las proteínas. Aquí se muestran los aminoácidos con R ácido en el subconjunto amarillo, los aminoácidos con R neutros en el subconjunto verde y los aminoácidos con R básico en el subconjunto azul.

Los aminoácidos poseen una nomenclatura sistemática, pero también se pueden abreviar con 3 letras o con una letra (ver Tabla 1).

Aminoácido	Abreviatura de 3 letras	Abreviatura de 1 letra
Alanina	Ala	A
Arginina	Arg	R
Aspártico	Asp	D
Asparagina	Asn	N
Cisteína	Cys	C
Fenilalanina	Phe	F
Glicina o Glicocola	Gly	G
Glutámico	Glu	E
Glutamina	Gln	Q
Histidina	His	H
Isoleucina	Ile	I
Leucina	Leu	L
Lisina	Lys	K
Metionina	Met	M
Prolina	Pro	P
Serina	Ser	S
Tirosina	Tyr	Y
Treonina	Thr	T
Triptófano	Trp	W
Valina	Val	V

Tabla 1.- Nomenclatura de los 20 aminoácidos más frecuentes en las proteínas, con la nomenclatura de 3 letras y de 1 letra de cada uno de ellos

La respuesta clave a estas preguntas consistía en el número 63323. En efecto, son 6 los aminoácidos con R alifático sin heteroátomos (glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina y prolina). Entre ellos, valina, leucina e isoleucina son los 3 aminoácidos con grupo R alifático ramificado. Los 3 aminoácidos que poseen un grupo alcohol son serina, treonina y tirosina. Los 2 aminoácidos que contienen azufre son cisteína y metionina. Y finalmente, los 3 aminoácidos neutros aromáticos son fenilalanina, tirosina y triptófano. Es cierto que histidina también es un aminoácido aromático. Sin embargo, el imidazol de la histidina posee un carácter básico.

Esta Sección permite que los estudiantes recuerden la estructura de los aminoácidos que vieron en la asignatura de Biología de primer semestre del grado de Química.

**Sección 3.-** La siguiente Sección se dedica a la estructura primaria de las proteínas. Puesto que los aminoácidos poseen un grupo amino y un grupo ácido carboxílico, 2 aminoácidos se pueden unir mediante un enlace amida (en el caso de los aminoácidos el enlace amida se denomina enlace peptídico). Así, el enlace peptídico entre una glicina y una alanina puede dar lugar a 2 posibles péptidos: alaninilglicina o glicinilalanina.

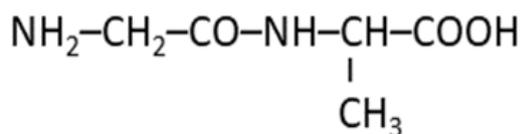
En primer lugar, utilizando una pregunta de casillas con varias opciones, e introduciendo las respuestas: 1, 2, 3, 4, 6, 12 o 15, se preguntaba: ¿cuántos aminoácidos poseen un R ácido? ¿cuántos aminoácidos poseen un R neutro? Y ¿cuántos aminoácidos poseen un R básico? Se esperaba que los alumnos marcaran 2, 15 y 3 respectivamente. Una vez identificados los aminoácidos ácidos, neutros y básicos, nos centramos en los 15 aminoácidos neutros. Se solicitaba una serie de preguntas sobre los aminoácidos neutros, y colocar dichos números uno detrás del otro, para conseguir la palabra clave y poder superar esta primera Sección.

Las preguntas sobre los aminoácidos neutros eran: ¿cuántos aminoácidos poseen un grupo R alifático sin heteroátomos? ¿cuántos tienen un grupo R alifático neutro ramificado? ¿cuántos poseen un grupo R con alcohol? ¿cuántos un grupo R con azufre? ¿cuántos un grupo R aromático?

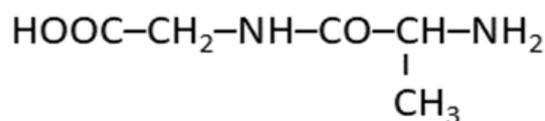
Puesto que en química orgánica el grupo carboxílico posee prioridad frente al grupo amino, el aminoácido que poseerá la terminación en -il será el que aporta el grupo carboxilo al enlace peptídico. Por ello, en un dipéptido se puede definir el aminoácido que posee el grupo N-terminal o amino-terminal (el que termina en -il) y el que posee el C-terminal o carboxi-terminal (el que se nombra al final porque posee el grupo carboxílico libre).

Aquí se muestran 4 opciones de los dipéptidos anteriores, para que el alumno identifique cuáles corresponden al dipéptido glicinil-alanina (Figura 2).

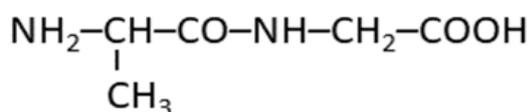
### Opción 1



### Opción 2



### Opción 3



### Opción 4

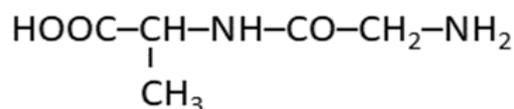


Figura 2.- Las proteínas se nombran desde el N-terminal o amino-terminal hasta el C-terminal o carboxi-terminal. Las opciones 1 y 3 están en el sentido habitual en el que se dibuja la estructura primaria. La glicinil-alanina corresponde a las estructuras de las opciones 1 y 4, mientras que la alanilglicina corresponde a las estructuras de las opciones 2 y 3.

La palabra clave que permitirá el paso a la siguiente Sección es, en este caso: 14, ya que las opciones 1 y 4 son las que corresponden al dipéptido glicinil-alanina.

**Sección 4.-** Esta Sección se basa también en la estructura primaria de las proteínas. Aquí se analizan los diversos métodos de secuenciación de las proteínas. Tal como se ha visto en la Sección anterior, los péptidos o proteínas deben nombrarse desde el N-terminal hasta el C-terminal. Se analizan diversos métodos para secuenciar la estructura primaria de las proteínas. Estos métodos se clasifican en métodos químicos (utilizando reactivos químicos) o métodos enzimáticos (utilizando enzimas). En la Tabla 2 se muestran algunos de estos métodos.

	Reactivo	Lugar de acción
QUÍMICOS:	Bromuro de cianógeno	Lado carboxilo de los residuos de Met
	O-iodobenzoato	Lado carboxilo de los residuos de Trp
	Hidroxilamina	Enlaces Asn-Gly
	2-nitro-5-tiocianobenzoato	Lado amino de los residuos de Cys
	1-Fluoro-2,4-dinitrobenzono (FDNB) (reactivo de Sanger)	Marca el aminoácido N-terminal y lo permite reconocer
	Degradación de Edman	Permite secuenciar cadenas cortas de péptidos
ENZIMÁTICOS:	Tripsina	Lado carboxilo de los residuos de Lys y Arg
	Quimotripsina	Lado carboxilo de los residuos de Phe, Trp, Tyr
	Proteasa de <i>Staphylococcus</i>	Lado carboxilo de los residuos de Asp y Glu (para Glu sólo en algunas condiciones)
	Trombina	Lado carboxilo de los residuos de Tyr, Trp, Phe, Leu y Met
	Carboxipeptidasa A	Lado amino del aminoácido C-terminal (excepto Arg, Lys y Pro)

Tabla 2.- Métodos de secuenciación de la estructura primaria de las proteínas.

Actualmente es más fácil secuenciar la estructura primaria de una cadena proteica, pero al principio se utilizaba la degradación de Edman para secuenciar péptidos sencillos, que se obtenían tras hidrolizar una proteína en dichos fragmentos mediante los diversos métodos de la Tabla 2. El siguiente paso de la secuenciación consistía en analizar los fragmentos y buscar la posible estructura comparando los fragmentos obtenidos mediante métodos de rotura diferentes.

En esta Sección se presenta un problema de secuenciación:

Se desea secuenciar un polipéptido, y por ello se realiza en primer lugar una hidrólisis completa, obteniendo los siguientes aminoácidos y la cantidad correspondiente: A 5, C 2, D 4, E 2, F 1, G 3, H 2, I 3, K 2, L 2, M 2, P 3, R 1, S 2, T 1, V 1, y Y 2. A continuación, el mismo péptido se hace reaccionar con FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenceno) y se detecta 2,4-nitrofenilglutamato.

Se reducen los enlaces disulfuro (por si hay) y se separan dos muestras del péptido con los enlaces disulfuro reducidos.

La primera muestra se corta con tripsina y se obtienen 4 fragmentos (T1, T2, T3 y T4). Se separan los fragmentos, y mediante la degradación de Edman se determina la secuencia de los fragmentos:

- \* T1: GASMALIK
- \* T2: EGAAYHDFEPIDPR
- \* T3: DCVHSD
- \* T4: YLIACGPMTK

La segunda muestra se corta con bromuro de cianógeno y se obtienen 3 fragmentos (C1, C2 y C3), que una vez separados se secuencian mediante la degradación de

Edman obteniendo:

- \* C1: EGAAYHDFEPIDPRGASM
- \* C2: TKDCVHSD
- \* C3: ALIKYLIACGPM

Con estos datos identificar el péptido y escribir la estructura del péptido, utilizando la nomenclatura de 1 letra de los aminoácidos, como palabra clave para superar la Sección.

A partir de la Tabla 2 se observa que la tripsina rompe en los lados carboxilo de los residuos de lisina (Lys, K) y arginina (Arg, R). El único péptido que no posee R o K a la derecha es el péptido T3, que contiene D (aspártico, Asp). Es decir, que el péptido T3 es el C-terminal. Por otro lado, la fragmentación con bromuro de cianógeno rompe en los lados carboxilo de los residuos de metionina (Met, M). Aquí también se deduce que el C2 es el péptido C-terminal.

Por otro lado, tal como dice el problema, al reaccionar el péptido inicial con FDNB (1-fluoro-2,4-dinitrobenceno) se detecta 2,4-nitrofenilglutamato. A partir de aquí también se deduce que glutamato (Glu, E) es el aminoácido N-terminal. Con ello, se deduce que los fragmentos T2 y C1 son los N-terminales.

A partir de juntar los fragmentos C1-C3-C2 (C1 contiene el amino-terminal y C3 el carboxi-terminal) se obtiene la palabra clave: **EGAAYHDFEPIDPRGASMALIKYLIACGPMTKDCVHSD**. El mismo péptido se obtiene a partir de los fragmentos T2-T1-T4-T3. Es cierto que el orden de los fragmentos centrales podría ser T1-T4 o T4-T1, pero se deduce que el orden correcto es éste, debido al orden obtenido tras la fragmentación con bromuro de cianógeno.

Una de las dudas principales de los alumnos consiste en la hidrólisis completa del péptido, que no genera asparagina (Asn, N) o glutamina (Gln, Q). Puesto que estos dos aminoácidos son las amidas del aspártico o glutámico y mediante una hidrólisis completa se hidrolizan todos los enlaces amida, es lógico que no se observen dichos aminoácidos.

En este problema, sin embargo, estos aminoácidos no forman parte del péptido. Por ello, no hay el problema adicional de confundir asparagina (Asn, N) por aspártico (Asp, D) o glutamina (Gln, Q) por glutámico (Glu, E). Otro aspecto sería si existen puentes disulfuro, ya que hay 2 cisteínas que podrían formar un puente disulfuro. Pero esto no podremos saberlo si no se efectúan otros estudios.

**Sección 5.-** Una vez superada la secuenciación de la estructura primaria entramos en una nueva sección dedicada a la estructura secundaria. El enlace peptídico posee una estructura plana, pero los carbonos alfa pueden girar permitiendo algunos enlaces dependiendo de las interacciones y repulsiones entre grupos. Gopalasamudram Narayana Iyer Ramachandran, un físico hindú nacido en 1922 analizó diversos polipéptidos y observó que algunos ángulos eran posibles y otros no. La palabra clave para superar esta Sección consiste en el apellido del investigador que realizó este estudio: Ramachandran.

**Sección 6.-** Ya dentro de la estructura terciaria, se presenta a los alumnos la página web SCOP (Structural Classification of Proteins) [18], que clasifica las proteínas en:

- \* Proteínas todo alfa
- \* Proteínas todo beta
- \* Proteínas alfa/beta (a/b)
- \* Proteínas alfa y beta (a+b)
- \* Proteínas multidominios (alfa y beta)
- \* Proteínas y péptidos de membrana y superficie celular
- \* Proteínas pequeñas
- \* Proteínas de bovina enrollada (coiled-coil)
- \* Estructuras de proteína de baja resolución
- \* Péptidos
- \* Proteínas diseñadas
- \* Artefactos

Se presenta una introducción sobre las estructuras supersecundarias de las proteínas, y se solicita en esta Sección la numeración Taxid que aparece en esta página para la proteína "todo alfa" mioglobina de foca (Common Seal (Phoca Vitulina)). El número clave solicitado es: 9720.

**Sección 7.-** Prosiguiendo con la estructura terciaria de las proteínas se presenta en la Tabla 3, los puntos isoeléctricos de cada uno de los aminoácidos, y se solicita buscar los aminoácidos apolares. Estos aminoácidos serán los que en una proteína globular se sitúan en la zona hidrofóbica de la proteína, es decir enfocados hacia el interior.

*Tabla 3.- Valores de pK de los 20 aminoácidos más frecuentes de las proteínas. Los aminoácidos apolares de la proteína no poseen un grupo R ácido o básico y se alejarán de la zona acuosa del medio, es decir que se enfocarán hacia el interior de la proteína.*

Aminoácido	MW	pK1 (-COOH)	pK1 (-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	pK1 (-R)	pI
A Alanina	89	2,34	9,69		6,01
C Cisteína	121	1,96	10,28	8,18	5,07
D Aspártico	133	1,88	9,6	3,65	2,77
E Glutámico	147	2,19	9,67	4,25	3,22
F Fenilalanina	165	1,83	9,13		5,48
G Glicina	75	2,34	9,6		5,97
H Histidina	155	1,82	9,17	6	7,59
I Isoleucina	131	2,36	9,68		6,02
K Lisina	146	2,18	8,95	8,95	10,53
L Leucina	131	2,36	9,6		5,98
M Metionina	149	2,28	9,21		5,74
N Asparagina	132	2,02	8,8		5,41
P Prolina	115	1,99	10,96		6,48
Q Glutamina	146	2,17	9,13		5,65
R Arginina	174	2,17	9,04	12,48	10,76
S Serina	105	2,21	9,15		5,68
T Treonina	119	2,11	9,62		5,87
V Valina	117	2,32	9,62		5,97
W Triptófano	204	2,38	9,39		5,89
Y Tirosina	181	2,2	9,11	10,07	5,66

La palabra clave de esta Sección consiste en la nomenclatura de una letra de los aminoácidos apolares, es decir: AFGILMN PQVW.

**Sección 8.-** Finaliza la Escape-room con un juego basado en la amidakuji japonesa, que se centrará en los dominios de las proteínas. La amidakuji es un juego de lotería, que en Asia se presenta en vertical en lugar de horizontal. Por ello, en China se denomina “pata fantasma” y en Corea “subir escaleras”. El juego se basa en la relación entre 2 conjuntos (los individuos y los premios que pueden ganar). Con los premios tapados, cada individuo pinta un par de líneas entre las líneas que llevan a los premios, y escoge una línea para obtener el premio.

En nuestra variación, para llegar al punto final, se debe seguir la línea horizontal hasta que se encuentra una línea vertical, que nos hace cambiar hasta la línea horizontal paralela, y se sigue hasta encontrar otra línea vertical o llegar al extremo de la línea horizontal. Al llegar al final de la línea, para complicar un poco el juego, colocamos dos opciones para que el alumno eligiese la buena (Figura 3).

La palabra clave consiste en las soluciones para cada uno de los números de la izquierda: 1b2b3a4a5a6b.

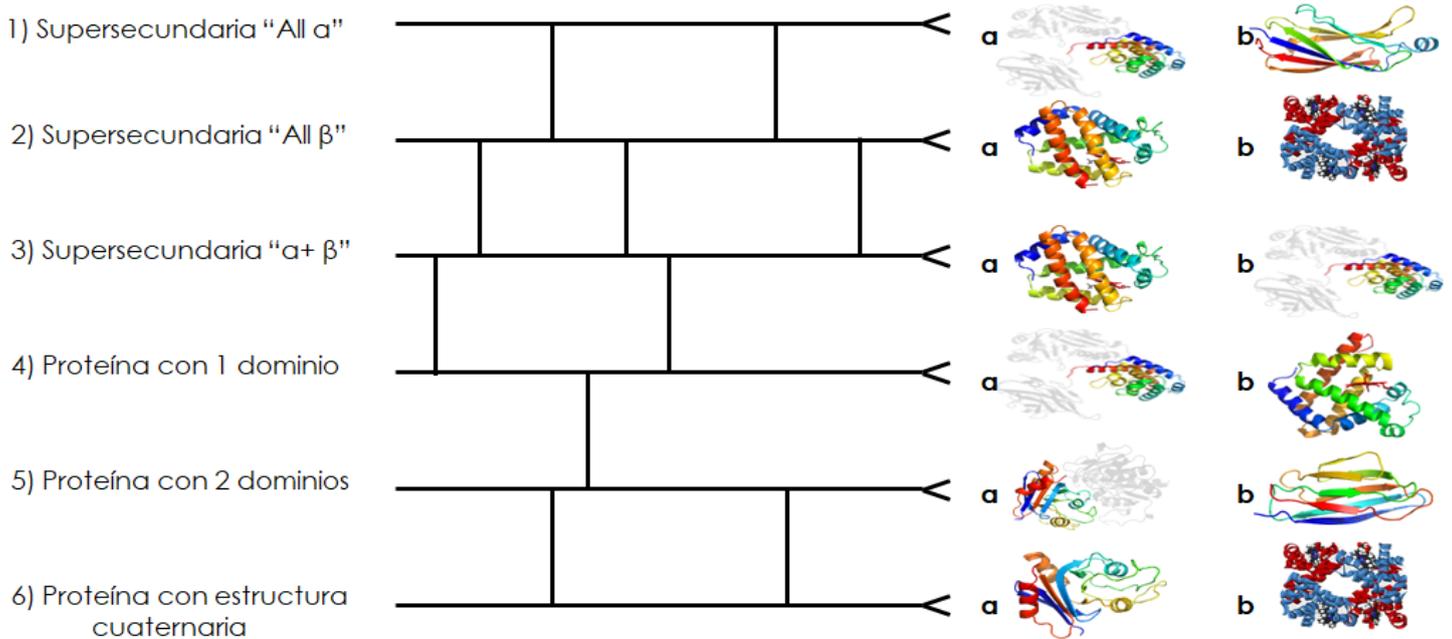


Figura 3.- Amidakuji que relaciona nombres de estructuras (numeradas) con dibujos de estas estructuras (con letras a, b). Siguiendo la línea horizontal se prosigue hasta alcanzar una línea vertical, que obliga a un cambio de línea, y se prosigue del mismo modo hasta llegar al final de una línea. Por ejemplo, la primera línea de la izquier-

**Sección 9.-** En esta Sección se felicita al alumno por haber alcanzado el final de la Escape-room, permitiendo ahora que el alumno pueda responder otras preguntas abiertas, que incluyen valoraciones sobre la Escape-room. Se consulta si le ha gustado, la dificultad que ha encontrado, la utilidad en su aprendizaje, si se ha divertido, si la ha encontrado interesante, y si se ha encallado en algún punto. Tendrá que valorar de 0 a 7 cada uno de estos puntos. Además, se permitirá también una respuesta abierta con los comentarios.

## 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 de Bioquímica.

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: “Es una 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”. Alguna pregunta les ha parecido demasiado compleja: “quizás la pregunta sobre la estructura primaria es demasiado larga para hacer”, “disminuir dificultad”. Por ello, hemos intentado mejorar algunas de las preguntas.

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 ha sido del agrado de los alumnos

Valora si te ha gustado esta Escape-room:  $5,7 \pm 0,3$

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

Valora la utilidad de esta Escape-room:  $5,7 \pm 0,3$

Valora si te has divertido con esta Escape-room:  $5,0 \pm 0,3$

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

¿Te has encallado en esta Escape-room?:  $6,0 \pm 0,4$

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

## 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).

## REFERENCIAS

- 1] J.J. Centelles; P.R. de Atauri; E. Moreno (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.
- 2] J.J. Centelles; E. Moreno; P.R. de Atauri (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 (2022). Coords. Lorena R. Romero Domínguez y Nuria Sánchez Gey Valenzuela. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-082-8.
- 3] S. Marin; P.R. de Atauri; E. Moreno; S. Pérez-Torras; J. Farràs; S. Imperial; M. Cascante; J.J. Centelles (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
- 4] R. Bybee (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70 (1), pp. 30-35.
- 5] M. Sailer; J.U. Hensen; S. Mayr; H. Mandl (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, pp. 371-380. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- 6] J. Lee; J. Hammer (2011). Gamifications in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15, pp. 1-5. [https://www.researchgate.net/publication/258697764\\_Gamification\\_in\\_Education\\_What-How\\_Why\\_Bother](https://www.researchgate.net/publication/258697764_Gamification_in_Education_What-How_Why_Bother)
- 7] Centelles J.J., Imperial S., de Atauri P., Moreno E. (2021). Aprenentatge amb passatemp. Aplicació de l'aprenentatge amb passatemp 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. (2021). <https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/387428>
- 8] Centelles J.J., Imperial S., de Atauri P., Moreno E. (2021). Gamificació en l'assignatura de Bioquímica del grau de Química utilitzant passatemp. 10es JEQC. *La Química davant els reptes actuals*. Col·legi de Químics de Catalunya. pp. 4-12. ISBN: 978-84-124850-3-5
- 9] 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.
- 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., de Atauri 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.
- 12] Centelles J.J., Moreno E., de Atauri 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<sup>a</sup> 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.
- 13] Centelles J.J., Moreno E., de Atauri 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 (2023). RIDU. <http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU>. e-ISSN: 2013-2298; ISSN: 2014-1319.
- 14] 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.
- 15] 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).
- 16] 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.
- 17] Gavin, B. (2019). The Beginner's Guide to Google Forms. <https://www.howtogeek.com/434570/the-beginners-guide-to-google-forms/>
- 18] Structural Classification of Proteins (SCOP): <http://scop.berkeley.edu>

# DETERMINACIÓN DEL CALOR DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA, MEDIANTE UNA PRÁCTICA VIRTUAL DE LABORATORIO DE QUÍMICA

*Fernández, J. M.; Lourido, R.; Fernández, S.; González, E.; Castro, J. M.  
Departamento de Química. Área Química Analítica. Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF),  
Universidade da Coruña. Campus de Esteiro. 15403, Ferrol (A Coruña)*

## RESUMEN

El presente trabajo trata de implicar a los alumnos de las titulaciones de grado en ingeniería de la EPEF en las prácticas de Laboratorio de Química, realizadas de forma virtual mediante programas informáticos específicos. Con esa finalidad se realiza un experimento en el que se obtienen datos de la presión de vapor de equilibrio del sistema agua líquida-agua vapor frente a la temperatura, lográndose determinar el valor del calor (o entalpía) de vaporización del agua.

## INTRODUCCIÓN

La experiencia como docentes nos indica que la implantación de nuevos planes de estudio conlleva, en ciertos casos, algunas dificultades en lo referente a la impartición de las clases prácticas de laboratorio, ya que, debido a la disminución de las horas dedicadas al estudio de la Química en los actuales grados de ingeniería, el tiempo dedicado a las prácticas es mínimo, quedando reducida la presencia del alumno en el laboratorio a un valor casi testimonial. En consecuencia, la presentación de videos de carácter descriptivo sobre prácticas virtuales en el aula, sin el condicionante de espacio del laboratorio, permite al profesor explicar con detalle el tema correspondiente y promover el debate con los estudiantes, favoreciendo la mejor comprensión de los conceptos expuestos.

La Química es una asignatura de formación básica para unos 160 alumnos, de 6 créditos ECTS, con 5 prácticas presenciales de laboratorio de 10 horas de duración total.

Las consideraciones anteriores han conducido, en primer lugar, a efectuar un estudio sobre las prácticas presenciales de laboratorio de Química realizadas en los grados relacionados con la Ingeniería Industrial en diversas universidades españolas [1]. A continuación, se valoró introducir prácticas virtuales que pudieran complementar a las realizadas físicamente en el laboratorio, sin pretender que llegaran a sustituirlas, ya que se considera imprescindible que el alumno realice el trabajo experimental en las instalaciones del laboratorio.

Para ello se escogieron y realizaron prácticas, dentro de los campos de la Química General y Analítica, relativas a los aspectos de: preparación de disoluciones, calor específico [2], calor de reacción [3,4,5,6], valoraciones ácido-base [7], identificación de metales a la llama y de iones en disolución a partir de sus mezclas [8]. Con este fin, aunque en la bibliografía se relacionan programas informáticos muy válidos [9], se escogió para desarrollar este trabajo el programa Virtual ChemLab, General Chemistry Laboratories, v.2.5 anexo al texto de Woodfield et al, [10].

El objetivo del trabajo es la determinación del calor de vaporización del agua líquida, mediante los datos obtenidos en una experiencia llevada a cabo en un laboratorio virtual de Química.

Por calor de vaporización, calor latente de vaporización o entalpía de vaporización ( $\Delta H_{\text{vaporización}}$ ), entendemos la energía necesaria para que la unidad de masa (normalmente 1 mol) de una sustancia, que se encuentra en equilibrio con su propio vapor a una presión de una atmósfera, pase completamente del estado líquido al estado gaseoso. Es una magnitud física y propiedad importante desde el punto vista termodinámico ya que marca el consumo energético requerido para la transformación térmica entre las dos fases citadas [11].

## MATERIAL EMPLEADO

Para la determinación de  $\Delta H_{\text{vaporización}}$  del agua se utiliza una cámara cerrada en la que se pueden modificar las condiciones de presión y temperatura.

En el interior de la cámara inicialmente se encuentra un globo que contiene 0,10 moles de vapor de agua, cuyo volumen cambia cuando se varían los parámetros correspondientes a la temperatura y la presión.

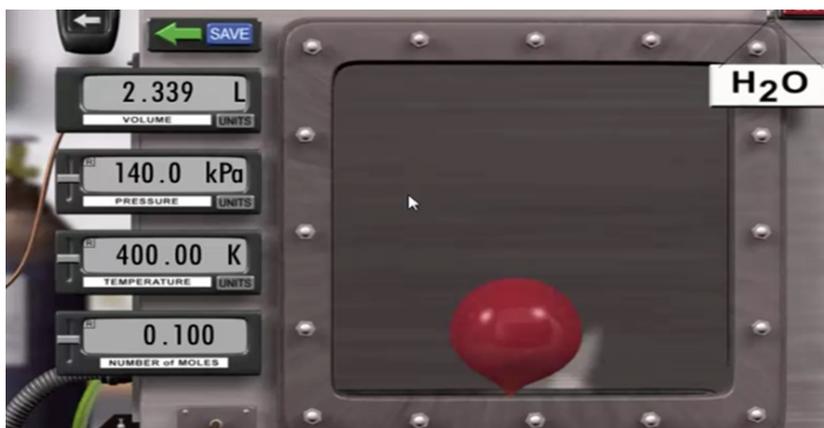


Figura 1. Cámara cerrada con el globo, conteniendo 0,10 moles de vapor de agua

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Comienza la experiencia con un globo que contiene 0,10 moles de vapor de agua y que se encuentra confinado en la cámara a la presión de 140 kPa y una temperatura de 400 K.

A continuación, se tira hacia abajo de la palanca en el controlador de temperatura LCD hasta que dicha temperatura deja de disminuir. Esta temperatura representa la de equilibrio, en la que el agua en estado líquido coexiste con el agua en fase vapor. Se anotan los valores de presión de vapor (en kPa) y de temperatura (en K) obtenidos, en la tabla de datos.

Seguidamente, se modifica la presión de 140 a 120 kPa, usando la palanca del controlador de presión LCD. Se tira hacia abajo de la palanca del controlador de temperatura hasta que ésta deja de disminuir, anotando los nuevos valores de la presión de vapor (en kPa) y la temperatura (en K) en la tabla de datos.

Se continúa el proceso para cada una de las siguientes presiones: 100, 80, 60 y 40 kPa, obteniendo en cada caso la temperatura de equilibrio correspondiente.

## PRÁCTICA VIRTUAL

El programa informático utilizado permite la elaboración de un video, de duración aproximada 1,20 minutos, en el que se describen con detalle todas las etapas del experimento. Es decir, se observa las variaciones de volumen que experimenta el globo cuando se modifican los parámetros de presión y temperatura, registrándose los datos de temperatura de equilibrio agua líquida-agua vapor para las siguientes presiones: 140, 120, 100, 80, 60 y 40 kPa.

El planteamiento elegido para el desarrollo de la práctica es el siguiente: los estudiantes visualizan el video y anotan los valores necesarios para elaborar una tabla de datos de presión de vapor y temperatura, la cual permitirá la posterior realización de una gráfica en Excel en la que se representa el  $\ln p$  (logaritmo neperiano de la presión de vapor) frente a  $1/T$  (la inversa de la temperatura absoluta en K). A partir de dicha gráfica, se obtienen los parámetros precisos para realizar los cálculos conducentes a la determinación del calor o entalpía de vaporización del agua. Dichos cálculos pueden hacerse mediante una calculadora sencilla o con un ordenador.

Una vez finalizada la práctica, con el fin de verificar si los estudiantes han comprendido y asimilado los conocimientos presentados, éstos responderán, en la misma sesión de trabajo, a unas cuestiones sencillas relativas a dicha práctica y propuestas por el profesorado.

## CALCULOS Y RESULTADOS

1.- Datos de presión de vapor y temperatura obtenidos en la experiencia. Valores calculados de  $\ln p$  y de  $1/T$ :

Presión de vapor, $p$ (kPa)	Temperatura, $T$ (K)	$\ln p$	$1/T$ (K <sup>-1</sup> )
140	382,47	4,94	0,00261
120	377,97	4,79	0,00264
100	372,79	4,60	0,00268
80	366,67	4,38	0,00273
60	359,11	4,09	0,00278
40	349,03	3,69	0,00286

Tabla 1. Valores de  $p$ ,  $T$ ,  $\ln p$  y  $1/T$ .

2.- Representación gráfica de  $\ln p$  (en ordenadas) frente a  $1/T$  (en abscisas):

La ecuación de Clausius-Clapeyron, que relaciona las presiones de vapor de equilibrio con las temperaturas correspondientes, tiene la forma:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right).$$

En consecuencia, si se representa el  $\ln p$  en función de  $1/T$ , los datos deberían distribuirse en la forma de una línea recta, como puede comprobarse en el presente caso.

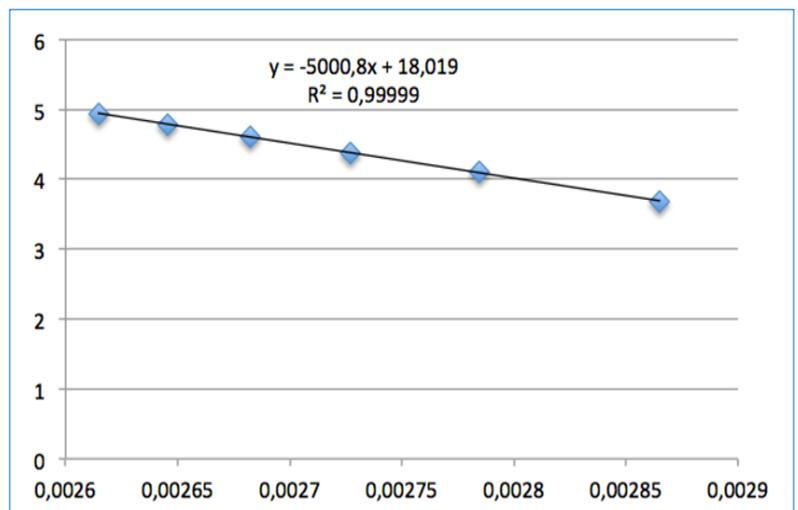


Figura 2. Representación de  $\ln p$  frente a  $1/T$

3.- En una hoja de cálculo de Excel [12], se determina el valor de la pendiente de la recta, resultando:

$$\text{Pendiente} = -5,00 \times 10^3 \text{ K}$$

A continuación, se calcula  $\Delta H_{\text{vaporización}}$ , empleando la siguiente expresión:

$$\Delta H_{\text{vaporización}} = - \text{pendiente} \cdot R; R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$\Delta H_{\text{vaporización}} = -(-5,00 \times 10^3 \text{K}) \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 41570 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \approx 41,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

\* Finalmente se halla el error relativo (en %), con respecto al valor aceptado de  $\Delta H_{\text{vaporización}}$ :

$$\text{Valor aceptado de } \Delta H_{\text{vaporización}} = 40,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{ , [11]}$$

$$\% \text{ error} = \frac{|\text{Valor calculado} - \text{Valor aceptado}|}{\text{Valor aceptado}} \cdot 100$$

$$\% \text{ error} = \frac{(41,6 - 40,8) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{40,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} \cdot 100 = 1,96 \%$$

## COMPARACIÓN DE ESTA PRÁCTICA CON OTRO EXPERIMENTO VIRTUAL

En la Tabla 2 anexa, se comparan los resultados obtenidos para los calores (entalpías) de fusión ( $\Delta H_{\text{fusión}}$ ) del hielo y de vaporización ( $\Delta H_{\text{vaporización}}$ ) del agua líquida:

Parámetro Entalpía	Valor obtenido (kJ/mol)	Valor referencia (kJ/mol)	Error relativo (%)	Referencia bibliográfica
$\Delta H_{\text{fusión}}$	5,79	6,01	3,66	[9]
$\Delta H_{\text{vaporización}}$	41,6	40,8	1,96	Este trabajo

Tabla 2. Comparación entre valores obtenidos, referencias y errores relativos

Los errores relativos calculados se encuentran dentro de los límites admitidos para las prácticas virtuales o de simulación en los dos experimentos comparados.

## CUESTIONES SOBRE LA PRÁCTICA

Se han seleccionado las siguientes cuestiones relacionadas con la práctica:

1º) Escriba la ecuación química representativa del equilibrio entre los procesos de vaporización y condensación del agua.

2º) ¿De qué tipo es el proceso de vaporización del agua líquida [ $\Delta H_{\text{vaporización}} = 40,8 \text{ kJ/mol}$ ]?, ¿y el proceso de condensación del vapor de agua?

3º) Si sabemos que una reacción es exotérmica en un sentido, ¿qué se puede decir de la reacción en el sentido contrario?

## PRINCIPALES CONCLUSIONES

A partir de lo anteriormente expuesto se llega a las siguientes conclusiones:

Se comienza con una práctica virtual en la que se dispone de un globo con 0,10 moles de vapor de agua a una presión de 140 kPa y una temperatura de 400 K.

La práctica virtual permite obtener datos de presión de vapor y temperatura para diferentes situaciones de equilibrio agua líquida-agua vapor.

A partir de los datos obtenidos anteriormente, se representa gráficamente el  $\ln P$  frente a  $1/T$  y se llevan a cabo los cálculos (mediante ordenador o calculadora sencilla) para determinar el calor o entalpía de vaporización del agua.

Finalizada la práctica, con el fin de comprobar si los estudiantes han entendido y asimilado los conocimientos expuestos, estos deberán resolver varias cuestiones planteadas por el profesor y relacionadas con dicha práctica.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad de A Coruña por la concesión de la Beca de Colaboración en Laboratorios de Docencia a Rodrigo Lourido Rodríguez y, asimismo, a la Editorial Pearson Educación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Castro, C.; Fernández, J.; Muñoz, E. (2011). "Prácticas de laboratorio de Química en los Grados relacionados con la Ingeniería Industrial en el EEES". En Colegio Oficial de Químicos de Galicia (Editor), *XVII Encontro Galego-Portugués de Química* (p. 107). Pontevedra: Deputación Provincial de Pontevedra.
- [2] Heredia, N.; Fernández, J.; Muñoz, E.; González, E. (2016-17). "Determinación del calor específico del aluminio mediante una práctica virtual de laboratorio de Química". *Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ)*, 32, 46-50.
- [3] Heredia, N.; Filgueira, A.; Fernández, J.; Muñoz, E. (2016). "Práctica virtual de laboratorio de Química: Determinación del calor de reacción de disolución del hidróxido de sodio en agua". En P, Membiela; N, Casado; M, Cebreiros (Eds.), *Nuevos escenarios en la docencia universitaria* (p. 529-533). Ourense: Educación editora.
- [4] Lourido, R.; Fernández, J.; González, E.; González, V.; Alonso, E.; Castro, J. (2018). "Verificación de la Ley de Hess por medio de una práctica virtual de Laboratorio de Química". En P, Membiela; N, Casado; M, Cebreiros; N. Vidal (Eds.), *Nuevos desafíos en la enseñanza superior* (p. 95-99). Ourense: Educación editora.
- [5] Fernández, J.; Gómez, A.; Rodríguez, M.; Fernández, S.; Castro, J. (2021). "Práctica virtual de Laboratorio de Química: Determinación del calor de combustión del azúcar (sacarosa)". En Colegio Oficial de Químicos de Galicia (Eds.), *III Congreso de Didáctica de la Química* (p. 57). Santiago de Compostela: Colegio Oficial de Químicos de Galicia.
- [6] Fernández, J.; Gómez, A.; Rodríguez, M.; Fernández, S. (2022). "Práctica virtual de Laboratorio de Química: Determinación del calor de combustión y de formación de la aspirina". En Colegio Oficial de Químicos de Galicia (Eds.), *XXVI Encontro Galego-Portugués de Química* (p. 435). Santiago de Compostela: Colegio Oficial de Químicos de Galicia.
- [7] Casanova, R.; Filgueira, A.; Fernández, J.; Muñoz, E. (2014). "Prácticas virtuales de laboratorio en la asignatura Química de primer curso de los grados relacionados con la Ingeniería Industrial". En P, Membiela; N, Casado; M, Cebreiros (Eds.), *Panorama actual de la docencia universitaria* (p. 545-549). Ourense: Educación editora.
- [8] Fernández, J.; González, E.; Heredia, N.; Fernández, S.; Castro, J. (2021). "Separación e identificación de los iones  $Ag^+$ ,  $Fe^{3+}$  y  $Cu^{2+}$  mediante una práctica virtual de Laboratorio de Química". *Actualidad Analítica*, 74, 10-11.
- [9] Lourido, R.; Fernández, S.; Fernández, J.; González, E.; Castro, J. (2018-19). "Determinación del calor de fusión del hielo mediante una práctica virtual de Laboratorio de Química". *Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ)*, 33, 88-92.
- [10] Woodfield, B., Asplund, M., Haderlie, S. (2009). "Laboratorio Virtual de Química General", (3ª Edición). México: Pearson Educación.
- [11] Chang, R., Goldsby, K. A. (2017). "Química", (12ª Edición). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [12] Fernández, J.; Pérez, J.; Seco, H. (2012). "Estadística Sencilla para Estudiantes de Ciencias". Madrid: Editorial Síntesis, S. A.



F. Vicente, J. J. García-Jareño, J. Agrisuelas  
Departament de Química Física. Universitat de València. Burjassot-Valencia 46100  
Espanya / Francisco.Vicente@uv.es.

Foto: izquierda, José Juan García Jareño, centro, Francisco Vicente Pedrós y derecha, Jerónimo Agrisuelas Vallés

### RESUMEN

En este trabajo se pretende mostrar ejemplos de actividades experimentales que contribuyan al Reconocimiento del Alumnado como personas investigadoras. En las experiencias docentes se ha utilizado tecnologías de bajo costo para la adquisición de imágenes [1] en entornos académicos de distintos niveles, desde preuniversitarios a postgrado. Actualmente, los *smartphones* y las *tablets* son herramientas muy potentes al alcance de los alumnos para observar fenómenos, realizar actividades grupales y acceder a las bases de datos. Incluso, como herramientas para aprovechar la realidad virtual y la inteligencia artificial. Sin embargo, para su uso eficaz en docencia, es necesario que haya una relación profesorado/alumnado tal y como Axel Honneth entiende el Reconocimiento entre personas.

### INTRODUCCIÓN

Sabido es que las enseñanzas de la Química están frecuentemente muy normalizadas [2] y, aunque existen desde hace tiempo modelos de experiencias científicas basadas en el *aprendizaje por descubrimiento*, considerándolas como *pequeñas investigaciones* [3], parece ser que su implementación generalizada tropieza frecuentemente con el formalismo curricular. Por eso, en esta comunicación se focaliza la atención en la aplicación de métodos ópticos aplicados a sistemas químicos sencillos para experiencias con productos químicos y medios accesibles en los entornos familiar y académico. Con ello, se pretende también contribuir al "contrato docente entre padres, profesores y alumnos", dadas las grandes posibles aportaciones de la Química en la formación familiar y en la enseñanza académica. Se parte de la hipótesis de la conveniencia de unas relaciones fundamentadas en el Reconocimiento frente a las basadas únicamente en la Empatía, para así potenciar mejor a la "persona estudiante" como observadora e investigadora.

En este trabajo se muestran resultados experimentales realizados a nivel universitario pero que son susceptibles para adaptarse como nuevas prácticas preuniversitarias similares. Se propone al alumnado experiencias previas de observación y grabación para realizarlas en el ambiente familiar, utilizando objetos metálicos y productos de limpieza (de forma controlada). Lo que daría lugar, ya en el centro educativo, a seminarios del grupo de trabajo, accediendo a bases de datos, enciclopedias, y chats de inteligencia artificial, con la intención de resolver las dudas de lo observado y plantear nuevas hipótesis. Para una segunda fase del proceso de aprendizaje -incidiendo en la medida de magnitudes-, se pretende aquí mostrar unos ejemplos de resultados sobre un par de tipos de prácticas: a) Seguimiento de la evolución de la corrosión química de monedas sumergidas en líquido corrosivo con la formación del Azul de Prusia [4]. b) Medida de diferencias de potencial en pilas construidas con monedas.

## RECONOCIMIENTO

El Empirismo es una doctrina psicológica y epistemológica que, frente al racionalismo, afirma que cualquier tipo de conocimiento procede únicamente de la experiencia, ya sea experiencia interna (reflexión) o externa (sensación), y que esta es su única base. El empirismo es también una teoría filosófica que enfatiza el papel de la experiencia y la evidencia, especialmente la percepción sensorial, en la formación de ideas y adquisición de conocimiento, sobre la noción de ideas innatas o tradición. Mientras que el Racionalismo es una corriente filosófica que acentúa el papel de la razón en la adquisición del conocimiento. Como síntesis y desarrollo histórico de ambas actitudes filosóficas, se ha conformado el Método Científico para ir avanzando en el conocimiento, ya que que la investigación científica conduce a leyes que interpretan la realidad de la existencia. Si bien el proceso es lento en tanto que hay mucho por descubrir. Y, precisamente, en el hecho de que es imposible conocerlo todo, se justifica frecuentemente las actitudes irracionales de las personas frente al aprendizaje.

Actualmente, en las escuelas se educa en valores tales como “La Empatía”. Los políticos candidatos a cargos electos buscan la empatía con el electorado. En los espectáculos, la empatía resulta también muy importante entre los actores y el público. Una buena práctica que acompaña al éxito de los negocios se asocia a la búsqueda de empatía entre compradores y vendedores, entre compañeros de trabajo o en toda la cadena de valor y, por supuesto, en también en todas las practicas sanitarias [5]. Indudablemente, la empatía es un valor muy importante en todas las actividades humanas, aunque también muestra un papel negativo en métodos de manipulación de la información por las redes [6,7], en las manifestaciones de odio o de desprecio, en el terrorismo, en los conflictos geopolíticos, etc. *por lo que la “empatía es buena, pero no tanto: conviene que vaya acompañada de algo más”.*

---

---

*“La lucha por el reconocimiento debe ser considerada un fenómeno claramente diferenciado de naturaleza moral, así como una acción social”*

---

---

El Reconocimiento permite abordar conflictos entre individuos y entidades que están sujetas a distintas morales. Es decir, el de abordar éticamente la gestión de los conflictos [8-12], incluso en los casos que no exista una comprensión completa de los motivos, sentimientos, ideas o conductas mutuos (Figura 2).

Desde muchos puntos de vista, el desarrollo del concepto de Reconocimiento es fundamental para el avance de la Humanidad [9-13]. Baste analizar, por ejemplo, la lucha por el Reconocimiento de las mujeres científicas [14]. Según plantea Axel Honneth, *“La lucha por el reconocimiento debe ser considerada un fenómeno claramente diferenciado de naturaleza moral, así como una acción social”*

La interpretación de la interacción humana bipersonal (Figura 3) basada en la Teoría de Perturbaciones resulta útil para esquematizarla [15]. Así, la Inconsciencia de la persona (creencias previas, moral, sensaciones, sentimientos, prejuicios, intuición) puede interpretarse, desde una perspectiva materialista, por un conjunto de procesos químico-físicos que inconscientemente ocurren en su organismo, pero el Consciente, requiere además de juicios reflexivos y del análisis de informaciones novedosas que involucran también a otras áreas del cerebro cuando la interacción es de reconocimiento mutuo.

Actualmente, se abre la posibilidad de abordar la cuantificación de las magnitudes asociadas a los procesos de los pensamientos aplicando nuevas herramientas de Inteligencia Artificial a la Neurología, lo que plantea importantes problemas éticos [16] en adición a las propias dificultades tecnológicas de la aplicación del Método Científico para la descripción procesos químico-físicos que ocurren en los cerebros humanos.

En la Figura 3 se esquematiza un modelo físico muy simplificado de la interacción bipersonal basada en el Reconocimiento, que se puede suponer válida también para la interacción de colectivos. Está basado en los circuitos para la transmisión de la corriente eléctrica, lo cual no es un absurdo en tanto que el sistema nervioso es un órgano electroquímico. La función de transferencia de la interacción Profesorado/Alumnado, al considerar en paralelo los elementos del Inconsciente y del Consciente, resulta menor energéticamente que la interacción empática en la que el Inconsciente y Consciente están en serie, aunque la interacción empática resulte más rápida (e irracional). De esta manera, podemos considerar que el Reconocimiento incluye a la Empatía (consustancial a la persona) y también al Aprendizaje Recíproco. Lo que sí parece comprobado en la práctica docente es que la interacción Profesorado/Alumnado es probablemente tanto más eficaz en tanto que hay un mayor Reconocimiento mutuo y, por tanto, una menor función de transferencia como predice el modelo físico.

Por otra parte, de acuerdo con la Teoría General del Aprendizaje de Rafael Plá-López [17,18], el Aprendizaje Recíproco debe incluir también el aprendizaje de los medios de la propia interacción. Lo que resulta fundamental en la Enseñanza.

En este contexto, se proponen ejemplos de actividades experimentales para favorecer el Reconocimiento del Alumnado/Profesorado en los ámbitos familiares y del Centro Educativo.

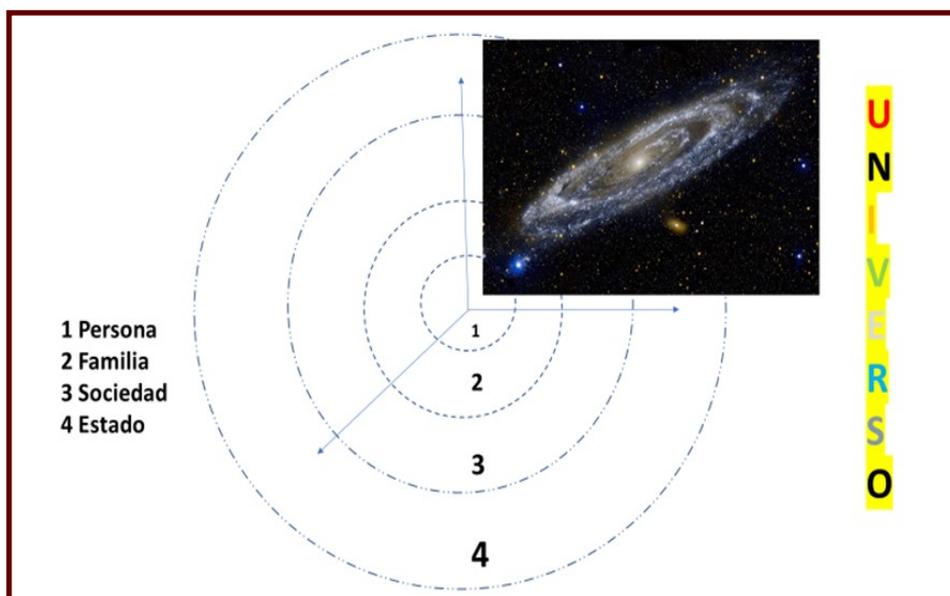


Figura 1. Esferas de la persona: Siempre está en contacto con el Universo, que aunque muestra millones de galaxias, el Método Científico permite formular leyes que relacionan las magnitudes asociadas a los observables.

"La persona es solamente persona entre las personas"

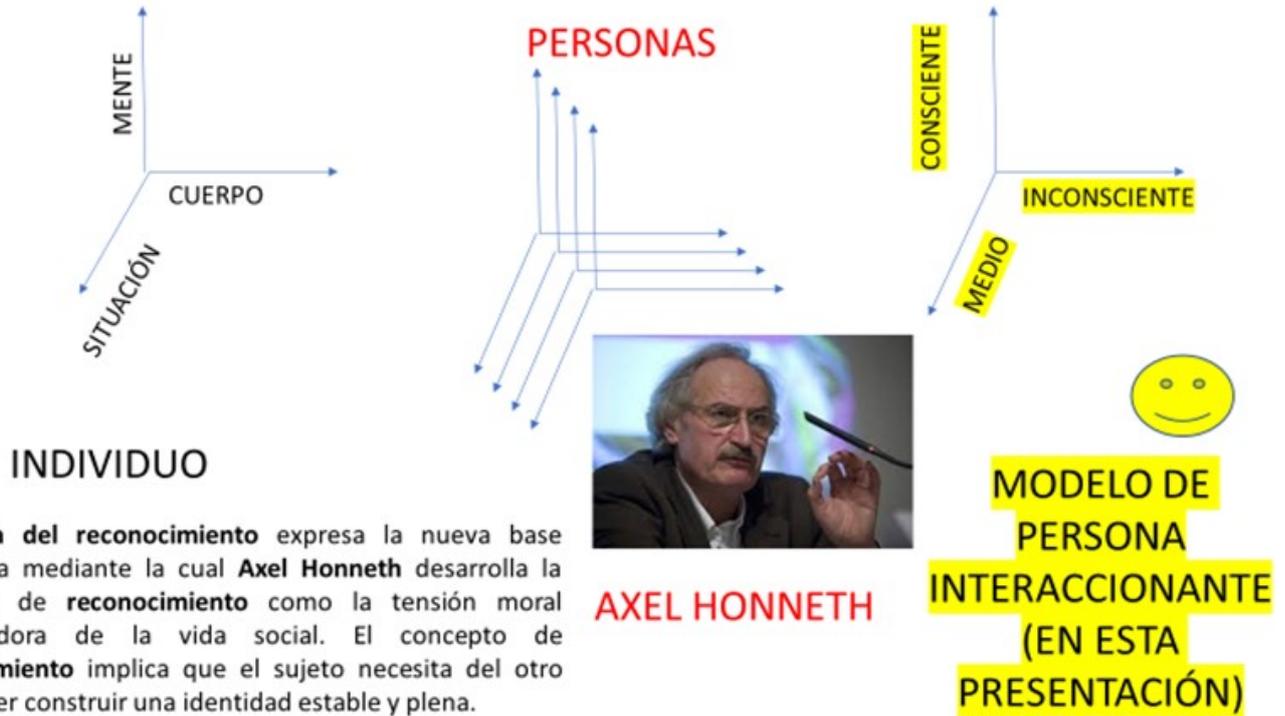


Figura 2. La persona es persona entre personas: Aunque el paso de individuo a persona ya se produce en la esfera familiar, su necesaria adaptación a la Naturaleza (Universo) requiere de educación en el Método Científico.

Las monedas de curso legal tienen composiciones químicas conocidas que pueden ser objeto de pequeñas investigaciones en prácticas curriculares de Química [19]. En este trabajo se pretende mostrar algunos ejemplos del aprendizaje por descubrimiento de conceptos útiles para continuar profundizando en temas de interés socio-económico en su vida cotidiana, por ejemplo, sobre objetivos intelectivos concretos: aleaciones, superficies metálicas, baterías, producción de hidrógeno, corrosión metálica y teoría de color. Las experiencias docentes se han ensayado utilizando tecnologías de bajo costo para la adquisición de imágenes en entornos académicos de distintos niveles, desde preuniversitarios a postgrado.

"Aprendizaje recíproco: Es un proceso donde dos sistemas aprenden mediante sus interacciones"

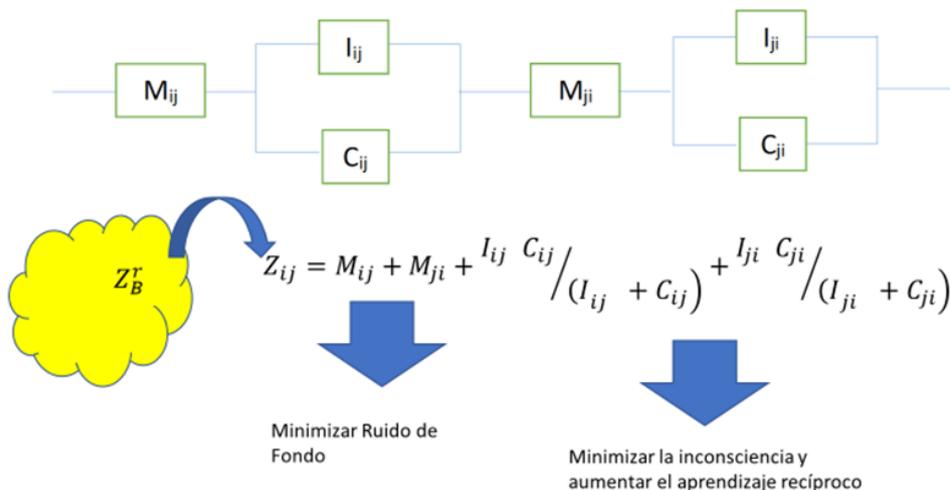


Figura 3. Esquema de una interacción bipersonal basada en el Reconocimiento. En la que se comunican dos personas (o colectivos), j e i, por los medios  $M_{ij}$  y  $M_{ji}$  desde sus Inconscientes  $I_{ij}$  e  $I_{ji}$  y Conscientes  $C_{ij}$  y  $C_{ji}$ . En tanto que la función de transferencia  $Z_B$  es menor, con más eficacia fluye la comunicación y el proceso de aprendizaje.

Actualmente, los “teléfonos móviles” son herramientas muy potentes al alcance personal de los alumnos para observar fenómenos, realizar actividades grupales y acceder a las bases de datos. Incluso, como herramientas para aprovechar la realidad virtual y la inteligencia artificial. Pero para ello es necesario que haya una relación profesorado/alumnado tal y como Axel Honneth entiende el reconocimiento entre personas [8-12]. Por lo que, el quehacer docente profesional requiere intervenir - en lo posible- en las conexiones de los estadios familiares, escolares, sociales y medioambientales del alumnado, con el objeto de potenciar sus capacidades personales para ejercer el Método Científico. En concreto, en esta comunicación proponemos ejemplos de actividades experimentales con monedas:

A) **Persona Observadora:** en una primera fase, se proponen algunas actividades prácticas previas utilizando “el móvil” (con las precauciones necesarias) en el entorno familiar:

- 1) Captura de imágenes de objetos de nuestro entorno cotidiano (plásticos, metales, cerámica, maderas, etc.). Observación de su estado de deterioro y planteamiento de hipótesis y dudas sobre su constitución, limpieza, reparación, reciclaje, reutilización....
- 2) Seguimiento, mediante la captura de imágenes, del comportamiento de metales y otros materiales sumergidos en medios disponibles en la vivienda familiar. Por ejemplo: papel de aluminio, clavos de hierro, lana de acero, hilos de cobre, tornillos galvanizados, etc., en líquidos tales como el vinagre de limpieza, *salfumant* (con mucha precaución), disolución acuosa de sal de mesa, alcohol etc. Se incidiría en la observación del fenómeno de corrosión de los metales y consiguiente planteamiento de hipótesis.
- 3) Acceso mediante a bases de datos, enciclopedias, chats de inteligencia artificial con la intención de resolver las dudas de lo observado. Discusión colectiva de todas las imágenes del grupo de alumnos en el centro educativo en presencia del profesorado responsable.

B) **Persona Medidora:** En una segunda fase, que transcurra en un laboratorio docente del centro educativo, dentro de un currículum formativo académico concreto, se realizarían experiencias que impliquen manipulación instrumental para la obtención de medidas de magnitudes. Podrían ser del tipo de los siguientes apartados:

- 4) **Observación de la evolución de la corrosión química de monedas.** Por ejemplo, de las monedas de 5 céntimos, 10 céntimos, y la de 1€ sumergidas en una disolución acuosa de *ferricianuro potásico* y de cloruro de hierro (Figura 4). Incluso, con software gratuito accesible, se puede cuantificar las intensidades de color RGB en las escalas del Rojo Verde y Azul para así explicar con ayuda de la bibliografía algunos procesos de corrosión de estas aleaciones que, consecuentemente, generarían nuevas hipótesis y el diseño de nuevos experimentos.



a) A los 120 segundos: Ya se observa cómo va precipitando Azul de Prusia en las interfases y los espacios entre las monedas, como resultado de la oxidación de metales menos nobles acoplada a la reducción del ferricianuro a ferrocianuro. Como consecuencia, esta especie precipita con el  $\text{Fe}^{3+}$  presente en la disolución.



**b)** A los 7340 segundos se observa claramente como el círculo interior (cuproníquel) de la moneda de 1€ adquiere color azul (depósito de Azul de Prusia).



**c)** A los 63970 segundos, se supone que al haberse agotado el ferricianuro, el Azul de Prusia se reduce a Sal de Everitt alrededor de las monedas en el círculo central de la moneda de 1€.

**Figura 4.** Seguimiento de las imágenes de la síntesis química de PB sobre monedas (5centimos, 10 céntimos y 1 €) durante 24 h sumergidas en una disolución diluida ácida de potasio hexaciano ferrato (III),  $K_3[Fe(CN)_6]$ , y  $FeCl_3$

5) **Medida con un multímetro de diferencias de potencial en pilas** construidas con monedas, apilándolas e intercalando entre ellas una membrana (Figura 5).



6) Análisis y discusión de los resultados que permitan, en lo posible avanzar en la interpretación de los procesos observados y de las conclusiones parciales y posibles dudas, sobre las que se podría profundizar cuando sea posible.

7) Diseño de nuevas experiencias con medios accesibles. La tendencia actual es ir combinando técnicas [20] que proporcionan medidas simultáneas de todas las magnitudes medibles que resulten ser útiles para describir los fenómenos químico-físicos observados, pero, hoy en día, hay multitud de instrumentos accesibles útiles para los objetivos de las actividades académicas propuestas en el ámbito docente.

**Figura 5.** Algunos ensayos químicos con monedas de composición conocida. Se observa en la placa Petri que la sal de mesa disuelta al 3.5% ("Agua de Mar") se colorea de azul a los dos días en presencia de monedas de 5 céntimos (recubiertas de cobre). La diferencia de potencial de la pila moneda de 5 céntimos/cartulina impregnada de "Agua de Mar"/papel de aluminio, sujeta por una pinza, es superior a 1.5 V. El papel de aluminio en un vaso de precipitados "se deshace" exotérmicamente en medio suficientemente ácido. Las monedas se limpian sumergidas en vinagre de limpieza. Los colores de las superficies de las monedas sumergidas en líquidos cambian con el tiempo....

## CONCLUSIÓN

Si en el estadio familiar de la persona se despierta la importancia de la observación (la curiosidad científica como valor formativo), en el ambiente académico se facilitará también su reconocimiento como persona implicada en el Método Científico para aproximarse a la realidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se presentó en el IV Congreso Internacional de Didáctica de la Química organizado por el Colegio Oficial de Químicos de Galicia y la Asociación de Químicos de Galicia (2023).

Se ha desarrollado dentro del proyecto Aplicaciones Medioambientales y Energéticas de la Tecnología Electroquímica Frente a los Retos del Nexo Agua-Energía CICYT RED2022-134552-T.

A Enrique Palmero Dacruz por sus fotografías sobre Galaxias, que ponen en evidencia lo mucho que nos queda por aprender.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J.J. García-Jareño, J. Agrisuelas, A. Roig, F. Vicente. *ChemElectroChem* 9 (2022). doi.org/10.1002/celc.2022200046
- [2] A. Anta, M. Belmonte, A. Camaño, O. Casellas, J. Corominas, D. Couso, A. de Pro Bueno, F. Guitart, M.I. Hernández, G. Irazoque. Física y Química. Investigación, Innovación y Buenas Prácticas (2011). Ed. Graó.
- [3] D. Gil, P. Valdez. *Enseñanza de las Ciencias* 14 (1996) 155-163.
- [4] [J.J. García-Jareño, D. Benito, J. Navarro-Laboulais, F. Vicente. J. Electrochemical behavior of electrodeposited Prussian Blue films on ITO electrode-An attractive laboratory experience. *J. Chem. Edu.* 75 (1998) 881-884
- [5] F. Calvo, A.M. Costa, Javier García-Calvo, M.J. Megía. Sin reconocimiento recíproco no hay calidad asistencial. *Revista Española de Salud Pública* 85(2011)459-468.
- [6] N. Chomsky. La Responsabilidad de los Intelectuales. Editorial Sexto Piso (2020). ISBN 9788418342028
- [7] J.C Siurana. Ética para Influencers. Plaza y Valdés Editores (2021). ISBN 9788417121396
- [8] Alfonso Fabregat Rosas. *Ética y Terapia Familiar: Implicaciones Éticas de la Teoría del Reconocimiento de Axel Honneth en la Terapia Familiar Sistémica Intergeneracional*. Tesis Doctoral de la Universidad de Zaragoza (2015). Directores: Juan Carlos Siurana Aparisi y Pedro Luís Blasco Aznar. ISSN 2254-7606. http://zagan.unizar.es
- [9] Axel Honneth. Reconocimiento y Menosprecio. Sobre la Fundamentación Normativa de una Teoría Social. Entrevista con Daniel Gamper. Katz Editores y Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (2016). ISBN 9788492945280
- [10] A. Honneth. Reconocimiento. Una Historia de las Ideas Europeas. Ediciones Alcal S.A. (2019). ISBN 9788446047919
- [11] A. Honneth. Patologías de la Libertad. Traducido por Jesús Hernández y Benno Herzorg. Editorial Las Cuarenta (2016). ISBN 9789871501762
- [12] A. Honneth. Patologías de La Razón. Historia y Actualidad de la Teoría Crítica. Katz Editores (2009). ISBN 9788496859494.
- [13] GIBUV. Actas del Congreso Internacional de Bioética (I). Valencia (1910). Bioética, Reconocimiento y Democracia Deliberativa. Editorial Comares. ISBN 978849836106.
- [14] S. Menargues (2022) Mujeres en la Química. *Galicia Química*. 4 (2) 3-83.
- [15] F. Vicente. Un modelo físico para comparar la Empatía y el Reconocimiento en la interacción interpersonal (2022). *VI Congreso Internacional de Bioética: Bioética y Democracia ante el reto de la Inteligencia Artificial*. Costa Rica-Valencia,
- [16] R. Yuste et al (2021). Recommendations for Responsible Development and Application of Neurotechnologies. *Neuroethics* 14, 365-386.
- [17] R. Plá-López (1988) Introduction to a Learning General Theory. *Cybernetics and Systems*. 19 411-429.
- [18] Mohamed Nemiche. Un Modelo Sistémico de Evolución Social Dual. Tesis Doctoral de la Universidad de Valencia (2004). Director: Rafael Plá López. ISBN 8437059720.
- [19] L. Lazo, J. Vidal, R. Vera. La enseñanza de los conceptos de oxidación y de reducción contextualizados en el estudio de la corrosión. *Revista Eureka Sobre Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2013) 110-119.
- [20] J.J. García-Jareño, J. Agrisuelas, F. Vicente. Overview and Recent Advances in Hyphenated Electrochemical Techniques for the Characterization of Electroactive Materials. *Materials* (2023) https://doi.org/10.3390/ma16124226.

# PROYECTO DE AULA: IMPLEMENTACIÓN DE AULA INVERTIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DEL ACEITE USADO EN LA CAFETERIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL

Mancilla Estupiñán, Robinson A., 1 Institución Educativa Gabriela Mistral, Bucaramanga, Colombia, 2 grupo Ambiental de Investigación Aplicada, Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia, [ing\\_petro\\_robinson@yahoo.com.co](mailto:ing_petro_robinson@yahoo.com.co), [rob.mancilla@mail.udes.edu.co](mailto:rob.mancilla@mail.udes.edu.co).

Jaimes Alvarado, Edna E., 1 Institución Educativa Gabriela Mistral, Bucaramanga, Colombia, [ednalili625@hotmail.com](mailto:ednalili625@hotmail.com).

Díaz Benavides, Janeth, 1 Institución Educativa Gabriela Mistral, Bucaramanga, Colombia, [yanediaz55@hotmail.com](mailto:yanediaz55@hotmail.com).

Guio-Puerto, Joanna L. 2 Grupo Ambiental de Investigación Aplicada, Universidad de Santander, [joa.guio@mail.udes.edu.co](mailto:joa.guio@mail.udes.edu.co)

Bergsneider Flórez, Patricia, 1 Institución Educativa Gabriela Mistral, Bucaramanga, Colombia [pbergsneider@hotmail.com](mailto:pbergsneider@hotmail.com)

Línea de participación: Innovación y desarrollo en la Pedagogía aplicado a la Química, (Metodologías activas y colaborativas en el componente teórico y práctico).

## Resumen

El aceite vegetal se emplea en gran escala para la preparación de alimentos en los hogares, instituciones de educación, hotelería, etc. Gran parte del uso de este aceite se emplea en frituras para alimentos, sufriendo un proceso fisicoquímico que hace necesario su eliminación. El vertimiento de dichos productos oleosos genera toxicidad en las aguas superficiales y subterráneas, haciéndolas inadecuadas para el empleo humano y agropecuario, estos productos oleosos destruyen el humus, eliminan la materia viva que habitan en él y disminuye la fertilidad de los suelos, atendiendo a dicha problemática anteriormente descrita desde el semillero de investigación del colegio Gabriela Mistral de Bucaramanga, Santander – Colombia, se desarrolló un proyecto de aula el cuál toma como base los conceptos adquiridos de las estudiantes en diferentes grados académicos sexto - undécimo, se emplearon diversas estrategias de aprendizajes propias de la filosofía Blanco Najerana adoptadas por la institución, cuyo principio fundamental se basa en la afirmación: Educar es enseñar a vivir, creándose una metodología basada en el constructivismo y el aprendizaje autónomo en las estudiantes, donde se toma como materia prima el aceite utilizado en la cafetería central, sitio estratégico debido a que diariamente sustenta la alimentación de aproximadamente 1000 estudiantes, docentes y administrativos, obteniéndose a partir de dicho aceite la producción de biodiesel y glicerina, productos fundamentales para el funcionamiento de automóviles y producción de fertilizantes, siendo Colombia un país principalmente agrario, por otro lado se da solución a la disposición final del aceite empleado en la cocción de la alimentación.

**Palabras clave:** Decantación, Mezclas, Proceso transesterificación, Química Verde, Reciclaje, Separación.

## 1.- Introducción

La problemática relacionada con el aceite vegetal el cual se emplea para consumo en lugares residenciales y zonas industriales específicamente en frituras de la alimentación (González Canal & Gonzalez Ubierna, 2022) se debe principalmente a la falta de conciencia y las prácticas inadecuadas en su gestión y disposición, Teniendo en cuenta lo anterior, desde el colegio Gabriela Mistral – Bucaramanga Santander Colombia, se llevó a cabo el desarrollo de un proyecto de aula en las asignaturas: química/matemática/biología/tecnología, se emplearon diversas estrategias de aprendizaje propias de la filosofía Blanco Najerana adoptadas por la institución, empleándose como metodología base el constructivismo y el aprendizaje autónomo en las estudiantes, en este proyecto de aula se buscó en primera instancia generar conocimiento hacia las estudiantes empleando grupos focalizados de trabajo de cuatro integrantes, cada una perteneciente a un grado escolar diferente, con la finalidad de tener grupos heterogéneos favoreciendo la transmisión de conocimiento colectivo, buscando un aprendizaje común guiadas por la explicación de los docentes, en segunda instancia se buscó dar una solución de una situación problema respecto a la

disposición final del aceite vegetal utilizado en las frituras de alimentación para una población promedio de 1000 estudiantes, docentes y administrativos transformándolo en biodiesel y glicerina, contribuyendo con la participación activa de las estudiantes y docentes pertenecientes al semillero de investigación en asociación a la universidad de Santander “UDES” quienes fueron partícipes en el desarrollo del proyecto de aula por medio del préstamo de equipos de laboratorio y la realización de un análisis espectroscopia infrarroja el cual permite identificar los grupos funcionales de la mezcla de biodiesel del aceite vegetal usado/diésel en el rango de concentración del (5-70)%, para determinar la calidad del biodiesel obtenido para su posterior utilización. La importancia de la implementación del proyecto de aula titulado: Implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral, radica el desarrollo de la pedagogía activa acorde al modelo constructivista y el aprendizaje autónomo por parte de las estudiantes, buscando generar conocimiento y conciencia a partir situaciones problemas del entorno donde ellas conviven.

---

*“Se emplearon diversas estrategias de aprendizajes propias de la filosofía Blanco Najerana adoptadas por la institución, cuyo principio fundamental se basa en la afirmación: Educar es enseñar a vivir, creándose una metodología basada en el constructivismo y el aprendizaje autónomo en las estudiantes”*

---

Teniendo en cuenta lo anterior se realiza el Planteamiento de la siguiente Hipótesis: ¿El nivel de aprendizaje en las estudiantes de secundaria en la institución educativa Gabriela Mistral, se ve favorecido con la introducción de la pedagogía activa propuesta en el proyecto de aula?

Por último, se mencionan algunos problemas relacionados con el destino final del aceite usado en la institución educativa Gabriela Mistral:

- **Contaminación del agua:** La eliminación de aceite usado en el desagüe o en cuerpos fluviales pueden contaminar fuentes de agua dulce, subterránea y marina dado a la formación de emulsiones, impidiendo la entrada de oxígeno y afectando la vida acuática en los lugares aledaños a la institución educativa Gabriela Mistral.
- **Contaminación del suelo:** Si el aceite usado se vierte o se elimina de manera inadecuada en el suelo, ocasiona un desastre ambiental, afectando la calidad y fertilidad de la tierra, esto conlleva a la generación de diversas consecuencias negativas para el desarrollo y crecimiento de los cultivos y el medio ambiente en general dentro de la institución educativa Gabriela Mistral o en los sitios alejados.
- **Daños a la salud humana:** La exposición prologada al aceite usado y sus subproductos puede ocasionar efectos nocivos en la salud humana. La inhalación de los vapores provenientes de dicho aceite conlleva a la aparición de problemas respiratorios, por último, la exposición al contacto directo con la piel puede provocar enfermedades cutáneas como lo son: irritación y dermatitis (Loddé & Roguedas, 2014).
- **Falta de infraestructura adecuada:** La falta de instalaciones más adecuadas y sistemas de recogida y reciclaje de aceite usado en la institución educativa Gabriela Mistral dificulta su gestión adecuada. Esto lleva a que gran cantidad de aceite usado termine en el desagüe o en la basura, en lugar de ser reciclado.

## 2.- Referencia Teórica

### 2.1. Aula Invertida

En búsqueda del mejoramiento continuo en el rendimiento académico de las estudiantes en la institución educativa Gabriela Mistral, manteniendo su motivación con la finalidad de promover el desarrollo de competencias profesionales, se propone utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramientas para el aprendizaje. Esto ha llevado a cambios en los roles del alumno y del profesor, donde el alumno participa de manera más activa y el profesor actúa como tutor. Una propuesta es el modelo de "Aula invertida" o "Clase invertida", donde los alumnos aprenden los temas de forma autónoma antes de la clase presencial, utilizando recursos multimedia. Los creadores de este concepto fueron Jonathan Bergmann y Aaron Sams, quienes buscaban ayudar a los alumnos ausentes a seguir el ritmo del curso mediante la grabación de contenidos en vídeo, distribuyendo entre sus estudiantes sus ponencias de clase en video narrando y siguiendo la secuencia en formato Power Point. Esta aplicación creada inicialmente para estudiantes que no podían ir a clase pronto se hizo viral y se extendió a los estudiantes en general. De esta forma los profesores invirtieron su método, dejando las lecciones para la casa y reservando las horas presenciales para proyectos práctico, permitiendo una mejor aplicación del conocimiento y resolviendo las dudas de manera más eficiente. (Verón, Marín & Barrios, 2020; Vergara et al., 2019; Cornide-Reyes & Villaroel, 2019)

La implementación del modelo de Aula Invertida, que emplea el modelo híbrido de clases presenciales y herramientas tecnológicas, destaca su importancia en la efectividad de comunicación estudiante-profesor, motivando al estudiante a tener un aprendizaje más autónomo y una mayor cooperación y recepción hacia la adquisición de conocimientos. En otro estudio realizado por Gunawardena y Liyanage (2018) titulado "Aula invertida utilizando redes sociales: una investigación sobre estilos de aprendizaje", se investiga los estilos de aprendizaje que los alumnos utilizan en un entorno de Aula Invertida, empleando la red social Facebook y la plataforma Moodle, que son comúnmente utilizadas. (Verón, Marín & Barrios, 2020; Gunawardena & Liyanage, 2020)

## 2.2. El efecto del calentamiento global y la importancia de las energías renovables.

En los últimos años, el calentamiento global se ha convertido en uno de las mayores amenazas que el mundo tiene que afrontar. La principal razón de la globalización del calentamiento es el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a la atmósfera.

En el Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático-IPCC acerca de los impactos del calentamiento global se destaca la urgencia de abordar el cambio climático. A lo largo de sus 30 años de existencia, el IPCC ha proporcionado conocimientos sobre las causas y consecuencias del cambio climático. Sin embargo, el calentamiento global y el aumento del nivel del mar continúan acelerándose debido a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por actividades humanas. El Quinto Informe de Evaluación del IPCC, publicado hace cinco años, estableció la base científica para el Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015 durante la COP 21 de la CMNUCC, y el cuál tiene como objetivo limitar la temperatura media global temperatura a menos de 2 °C, e incluso a 1,5 °C, respecto a los niveles preindustriales. Este tratado firmado, hasta el 21 de septiembre del 2021, por un total de 197 países y la Unión Europea establece compromisos obligatorios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar la adaptación al cambio climático. (Masson-Delmotte et al.,2019; Pinillos, Fernández F. & Fernández M.,2020)

Actividades humanas, como la deforestación y la quema de fósiles combustibles, que incluyen petróleo, carbón y gas natural, emiten una gran cantidad de CO<sub>2</sub> que se suma al efecto invernadero. CO<sub>2</sub> las emisiones representan el 76,7% de los GEI con un 74,0% del uso de combustibles fósiles.

En cuanto a las preocupaciones sobre la cantidad finita de combustibles fósiles surgen, el suministro de energía alternativa es más buscado después. Por lo tanto, Los avances en el sector de las energías renovables son cruciales. (Waheed, R., et al.,2018)

Dentro de la "prospectiva de energías renovables 2012-2026", la Secretaría de Energía (SENER) define las energías renovables como aquellas reguladas por dicha ley, cuya fuente proviene de fenómenos naturales, procesos o materiales que pueden ser convertidos en energía aprovechable por las personas, y que se regeneran de manera natural, estando disponibles de manera continua o periódica. A continuación, se mencionan estas fuentes: (SENER,2012-2026):

- **Energía eólica:** Obtención de energía a partir del viento.
- **Energía solar:** Aprovechamiento de la radiación solar en sus diferentes formas, como la energía fotovoltaica (generación eléctrica a partir de paneles solares) y la energía térmica (uso directo del calor solar).
- **Energía hidráulica:** Utilización del movimiento del agua en ríos o canales, incluyendo la generación de energía en centrales hidroeléctricas.

**Energía geotérmica:** Utilización del calor proveniente de yacimientos geotérmicos para generar electricidad o calefacción.

**Bioenergéticos:** Ejemplos destacados son el biodiesel y el bioetanol, obtenidos a partir de biomasa como cultivos agrícolas o residuos orgánicos.

Energía oceánica: Diversas formas de aprovechamiento energético de los océanos, como la energía mareomotriz (generación eléctrica a partir del movimiento de las mareas), la maremotérmica (uso de la diferencia de temperatura entre las capas superficiales y profundas del mar), la energía de las olas, las corrientes marinas y el gradiente de concentración de sal.

### **2.3. Biocombustibles.**

La búsqueda de alternativas sostenibles en la producción y uso de combustibles ha adquirido una gran relevancia debido a la preocupación por el agotamiento de los recursos fósiles y el impacto ambiental asociado. En este contexto, el aceite reciclado ha surgido como una prometedora fuente de combustible renovable. Este tratado analizará las principales características de los combustibles obtenidos a partir de aceite reciclado, su proceso de producción y su impacto ambiental. Los combustibles derivados de aceite reciclado, también conocidos como biocombustibles o combustibles renovables, se obtienen a través de un proceso de refinación que transforma aceites usados o desechados. Estos aceites reciclados pueden provenir de diversas fuentes, como el aceite de cocina usado, aceite de motor usado y aceite industrial. (Lee, et al.2022)

El proceso de producción de estos combustibles implica principalmente la eliminación de impurezas y contaminantes presentes en los aceites reciclados. Luego, se llevan a cabo varias etapas de refinación que incluyen la transesterificación, una reacción química en la cual los triglicéridos presentes en el aceite se convierten en ésteres metílicos o etílicos. Estos ésteres son los componentes principales del biodiésel, uno de los biocombustibles más comunes y utilizados en la actualidad. (Zhang, et al., 2023)

### **2.4. Espectroscopía Infrarroja (IR)**

La espectroscopía infrarroja es un método de análisis que evalúa la interacción entre la radiación electromagnética y los materiales, midiendo su absorción, emisión y reflexión. Se fundamenta en los cambios energéticos que experimentan las moléculas durante los estados de transición. Cuando una molécula absorbe la energía de un haz de fotones infrarrojos, se generan estados de vibración y rotación con niveles energéticos diferentes. La absorción de radiación infrarroja provoca una ligera modificación en el campo eléctrico, lo que a su vez altera el momento dipolar de la molécula, mientras ocurre la vibración y/o rotación. La distribución de carga alrededor de la molécula influye en la amplitud de la vibración molecular, manifestándose en vibraciones de tensión y flexión.

### 3.- Métodos e instrumentos

A partir de los conocimientos impartidos en las asignaturas: Química , matemática y tecnología en la institución educativa Gabriela Mistral de Bucaramanga Santander y atendiendo la problemática latente respecto al destino final del aceite vegetal empleado en la elaboración de frituras de toda la comunidad, se desarrolló un proyecto de aula empleando un enfoque de aprendizaje constructivista, para la elaboración de dicho proyecto se tomó como base un total de 10 estudiantes divididas de la siguiente manera:

- Estudiantes sexto grado: Tres.
- Estudiantes séptimo grado: Cuatro.
- Estudiantes Décimo grado: Tres.
- Estudiantes Undécimo grado: Cuatro.

**Total, estudiantes analizados: Catorce**

A continuación, se describe el proceso empleado en la elaboración del proyecto de aula: implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral.

Se escogieron las estudiantes de manera aleatoria en los diferentes salones con la finalidad de haber obtenido una muestra representativa, seguido a esto se realizaron reuniones extra escolares para la aclaración de dudas y realizar una explicación detallada respecto al concepto de investigar desde el semillero de investigación de la institución Gabriela Mistral Bucaramanga, contando con la intervención de personal externo, docentes del programa de ingeniería petroquímica de la universidad de Santander "UDES", permitiendo la generación de sinergia entre instituciones educativas secundarias e instituciones de educación superior, buscando afianzar el conocimiento de las estudiantes de una manera óptima, seguido a esto se desarrolló la siguiente metodología:

#### 3.1 Diseño de metodología a implementar:

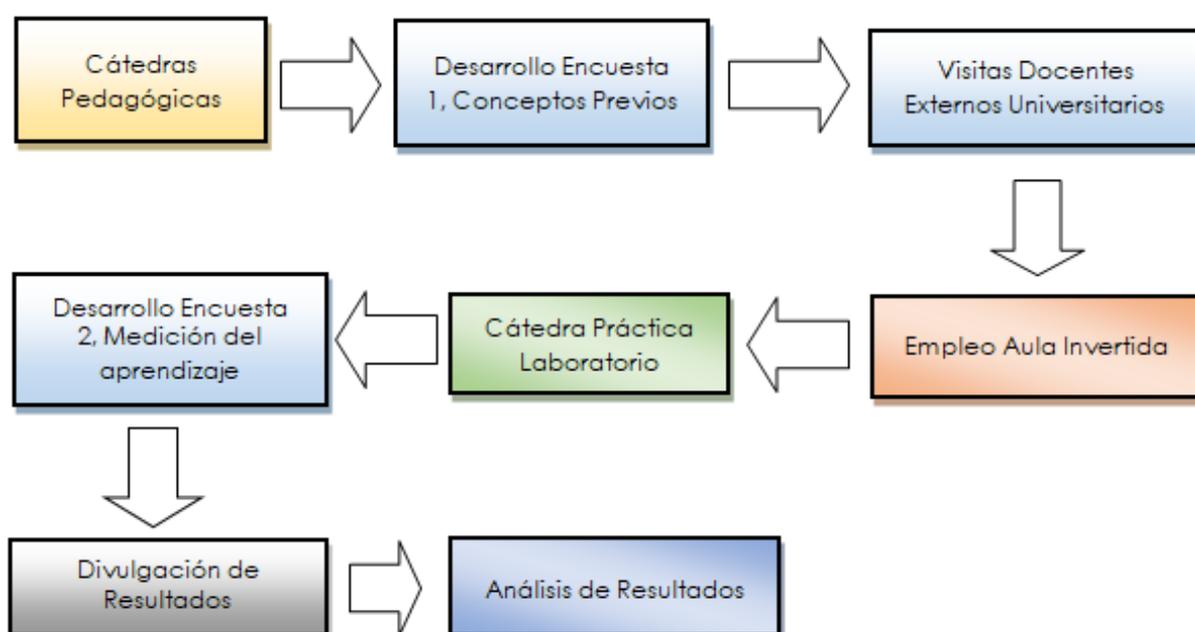


Figura 1 Metodología Implementada durante la elaboración del proyecto de aula: implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral

Para el desarrollo de las cátedras pedagógicas se empleó el modelo de clase magistral y en la asignatura de química clase teórico práctica, las temáticas para le generación del proyecto de aula se detallan a continuación:

**Cátedras Pedagógicas:** En este apartado la investigación se centró en impartir los conocimientos que sirvieron de apoyo para la elaboración del proyecto de aula de la siguiente manera:

**Asignatura: Biología grado sexto y séptimo:** La docente del área de biología en sus cátedras afianzó el concepto de mezclas, tipos de mezclas, sustancias puras y disoluciones.

**Asignatura: Matemáticas:** El docente del área de matemática, específicamente en el área de geometría afianzó los conocimientos respecto a volúmenes, tipos de volúmenes, unidades de medición, “litros, mililitros, centímetros, gramos, miligramos “.

**Asignatura Química:** La docente del área de química afianzó el concepto de cálculo estequiométrico, empleo de material de laboratorio, a su vez como los diferentes riesgos inherentes al uso de sustancias químicas.

**Asignatura Tecnología:** La docente del área de tecnología afianzó el concepto respecto a la creación de elementos nuevos a partir de objetos ya existentes, generando un proyecto funcional empleando equipos reciclables, dicho concepto fue primordial para la generación de conciencia por parte del alumnado lo cual conlleva a la construcción del proyecto de aula.

Desarrollo Encuesta 1, Conceptos Previos: Se realizó una encuesta por medio de la aplicación Google forms, con la finalidad de medir inicialmente los conocimientos que tienen las estudiantes respecto a las asignaturas en mención y a la práctica para la obtención del biodiesel.

The image shows a Google Forms survey interface. The title is "Semillero de Investigación Gabriela Mistral Bucaramanga" and it is dated "Desarrollo proyecto de aula fase 1 - 16 de mayo de 2023". The survey contains several questions:

- Question 6: "El proceso de transesterificación hace referencia a:" with four radio button options: "Generar triglicéridos a partir del aceite reciclado y alcohol empleando la transesterificación", "Generar Biodiesel y glicerina por medio de la reacción de las grasas que contiene aceite vegetal y un alcohol", "La aplicación de la propiedad de la transesterificación que sufre la glicerina para transformarse en aceite y alcohol", and "Un proceso para la producción del alcohol empleado biodiesel y grasas vegetales".
- Question 7: "Mencione que tipo de mecanismo de separación emplearía para separar:" with a photo of a beaker containing a two-phase liquid (oil and water) and four radio button options: "Evaporación", "Decantación", "Destilación", and "Filtración".
- Question 8: "Mencione el uso de las probetas en el laboratorio de química:" with a photo of three graduated cylinders and four radio button options: "Medir volúmenes superiores más rápido que las pipetas, aunque con menor precisión", "Se utilizan para calentar las diferentes sustancias en el laboratorio.", "Medir densidades superiores más rápido que las pipetas, aunque con menor precisión", and "Se utilizan para medir la fuerza que se aplica a los diferentes materiales de laboratorio".
- Question 9: "¿Qué es el papel de pH?" with a photo of a pH color chart and a "Tu respuesta" input field.

Figura 2 Desarrollo encuesta 1, Conceptos Previos.

El instrumento empleado "Encuesta", fue elaborado en conjunto con los docentes de la Institución Educativa Gabriela Mistral y los docentes del Programa: Ingeniería Petroquímica de la Universidad de Santander "UDES", se tuvo en cuenta la variedad de los grados académicos de las participantes en el proyecto del aula, las preguntas fueron diseñadas de manera amena empleando figuras alusivas al contexto, con una jerga sencilla de entender buscando que desde la estudiante más joven de sexto grado hasta la estudiante más experimentada de undécimo grado pudieran comprender lo que se les preguntaba y poder contestar de manera sencilla, en la elaboración de las preguntas se desarrollaron en su mayoría tipo saber,

cuatro respuestas con una sola verdadera, generando un plus para la preparación de las estudiantes para las pruebas saber 11, demandadas por el estado al finalizar su colegiatura en el grado undécimo y en el caso de las demás estudiantes para la preparación de las pruebas: Evaluar para avanzar 6 – 10 grado, demandadas por el estado para medir los conocimientos y el nivel académico de los diferentes grados en Colombia, las demás preguntas fueron del tipo abiertas, cuya finalidad se fundamentó en analizar la profundidad de las respuestas dadas por las estudiantes para valorar la calidad del aprendizaje que tenían antes de iniciar la fase del laboratorio en el proyecto del aula.

### Visita docentes Externos Universitarios

Se entabló comunicación con la Universidad de Santander "UDES", específicamente con el programa: Ingeniería Petroquímica, por su experticia en líneas verdes y elaboración de biodiesel, con la finalidad de generar un producto que cumpla las condiciones de calidad exigidas en la norma técnica colombiana NTC 5444 y la ASTM D 1500, se adjuntan los parámetros más importantes a tener en cuenta para la comercialización de biodiesel:

Propiedad	Unidades	Requisito	Métodos de ensayo
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	860 – 900	ASTM D4052 ISO 3675
Número de cetano	Cetanos	47 mínimo	ASTM D613 ISO 5165
Viscosidad (cinemática a 40 °C)	mm <sup>2</sup> /s	1,9 – 6,0	ASTM D445 ISO 3104
Contenido de agua	mg/kg	500 máximo	ASTM E203 ISO 12937
Contaminación Total	mg / Kg	24 máximo	EN 12662
Punto de inflamación	°C	120 mínimo	ASTM D93 ISO 2719
Contenido de metanol o etanol	% en masa	0,2 máximo	ISO 14110
Corrosión en lámina de cobre	Unidad	Clase 1	ASTM D130 ISO 2160
Estabilidad a la oxidación (3)	Horas	6 mínimo	EN 14112
Estabilidad térmica	% Reflectancia	70 % mínimo	ASTM D6468
Cenizas sulfatadas	% en masa	0,02 máximo	ASTM D874 ISO 3987
Destilación (PFE)	°C	360 máximo	ASTM D86 ISO 3405
Número ácido	mg de KOH/g	0,5 máximo	ASTM D664 EN 14104
Índice de yodo	gr yodo / 100 gr	120 máximo	EN 14111
Punto de fluidez	°C	Reportar (1)	ASTM D97
Temperatura de Obturación del filtro (CFPP)	°C	Reportar (1)	ASTM D6371 EN 116
Punto de nube/ enturbiamiento	°C	Reportar (1)	ASTM D2500 ISO 3015
Carbón residual	% en masa	0,3 máximo	ASTM D4530 (2) ISO 10370
Contenido de fósforo	mg/Kg	10,0 máximo	ASTM D4951 / Plasma-Masas ISO 14107
Contenido de Na + K	mg/kg	5,0 máximo	ASTM D5863 EN 14108 / EN 14109
Contenido de Ca + Mg	mg/kg	5,0 máximo	ASTM D5863 EN 14108 / EN 14109
Contenido de éster	% en masa	96,5 mínimo	EN 14103
Contenido de alquil éster de ácido linoléico	% en masa	12,0 máximo	EN 14103
Glicerina libre	% en masa	0,02 máximo	ASTM D6584 EN 14105 / EN 14106
Glicerina total	% en masa	0,25 máximo	ASTM D6584 ISO 14105
Contenido de Monoglicéridos	% en masa	0,80 máximo	ASTM D6584 ISO 14105
Contenido de Diglicéridos	% en masa	0,20 máximo	ASTM D 6584 ISO 14105
Contenido de Triglicéridos	% en masa	0,20 máximo	ASTM D 6584 ISO 14105

(1) Los valores para estos parámetros deberán establecerse en las normas técnicas específicas que se definan para cualquier mezcla biodiesel - diesel en cualquier proporción. Los valores definidos deberán ser sustentados en estudios realizados en laboratorios acreditados y avalados por autoridad competente.  
(2) El carbón residual debe ser determinado sobre el 100 % de la muestra.  
(3) Se recomienda complementar con el método ASTM D4625, con niveles máximos de 1,5 mg/100 ml a 6 semanas.  
NOTA: El poder calorífico inferior de referencia reportado por el método ASTM D240 debe estar alrededor de 39 500 KJ/Kg.

Color ASTM	Coordenadas cromáticas (Sistema RGB USC)			
	Rojo	Verde	Azul	T <sub>w</sub>
0.5	0.462	0.473	0.065	0.86 ± 0.06
1.0	0.489	0.475	0.036	0.77 ± 0.06
1.5	0.521	0.464	0.015	0.67 ± 0.06
2.0	0.552	0.442	0.006	0.55 ± 0.06
2.5	0.582	0.416	0.002	0.44 ± 0.04
3.0	0.611	0.388	0.001	0.31 ± 0.04
3.5	0.640	0.359	0.001	0.22 ± 0.04
4.0	0.671	0.328	0.001	0.152 ± 0.022
4.5	0.703	0.296	0.000	0.109 ± 0.016
5.0	0.736	0.264	0.000	0.081 ± 0.012
5.5	0.770	0.230	0.000	0.058 ± 0.010
6.0	0.805	0.195	0.000	0.040 ± 0.008
6.5	0.841	0.159	0.000	0.026 ± 0.006
7.0	0.877	0.123	0.000	0.016 ± 0.004
7.5	0.915	0.085	0.000	0.0081 ± 0.0016
8.0	0.956	0.044	0.000	0.0025 ± 0.0006

<sup>A</sup> Coordenadas de tolerancia son ±0.06

<sup>B</sup> Judd, DB, "Triángulo Maxwell proporciones de las escalas uniformes de cromaticidad", Revista de Investigación de la Oficina Nacional de Normas, Vol. 14, 1935, p. 41. (RP 756); Revista de la Sociedad Óptica Americana, Vol. 25, 1935, p. 24.

<sup>C</sup> Comisión Internacional de IEChairage (Comisión Internacional de Iluminación)

Tabla 1 Requisitos del biodiesel para mezcla con combustibles diésel y Normas para el color del vidrio.

Nota. Tomado de NTC 5444 y ASTM 1500.

Para dicho fin, los docentes del programa de ingeniería petroquímica facilitaron los siguientes equipos a la Institución educativa Gabriela Mistral: Plancha de calentamiento con agitadores magnéticos, estos equipos permitieron una mezcla homogénea entre el aceite vegetal usado y el metanol al 99 % de pureza la cual se explicará detalladamente en el apartado de laboratorio, por otro lado la vinculación del profesorado externo se integró en el proyecto de aula por medio de la realización de una clase magistral con las estudiantes pertenecientes al semillero de investigación de la institución respecto a la temática de mezclas homogéneas y heterogéneas:

La Clase magistral se realizó en compañía de las estudiantes pertenecientes al semillero de investigación de la institución educativa Gabriela Mistral, Junto con los docentes de secundaria, la clase se dividió en dos fases, la primera consistió en una clase teórica, el docente externo explicó los conceptos básicos de biología y química necesarios para la elaboración de la proyecto de aula, la segunda consistió en una clase práctica, en donde se complementó el conocimiento previo por parte de las estudiantes, utilizando reglas de tres para el cálculo apropiado para la mezcla con los reactivos, “gramos para los sólidos y mililitros para los líquidos”.



Figura 3 Clase magistral impartida por docentes externos.

### **Empleo Aula Invertida**

La implementación del modelo de aula invertida en el proyecto: implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral, fue un elemento diferenciador clave para el desarrollo del aprendizaje de las estudiantes pertenecientes al semillero de investigación de la institución ya que permitió desarrollar en las estudiantes partícipes el enfoque constructivista, al ser un proyecto de aula mixto “presencial y virtual”, contribuyó afianzado el espíritu investigativo en las estudiantes, ajustándose a la filosofía Blanco Najerana adaptada por la institución, a partir del desarrollo de la clase magistral teórica impartida por los docentes de ingeniería petroquímica de la Universidad de Santander “UDES”, se procedió a realizar el cargue de documentación en la plataforma institucional denominada: Plataforma Integra Gabriela Mistral, se adjunta link de la página web: <https://e.plataformaintegra.net/gabrielamistral/index.php> , a su vez se implementó el aula extendida Moodle empleada para clases híbridas en la Universidad de Santander “UDES”, las estudiantes partícipes del semillero de investigación de la institución tuvieron acceso limitado durante los días en los cuales se desarrolló el proyecto de aula a dicha herramienta contribuyendo con su desarrollo de conocimientos, se adjunta link de la página web: <https://aulaextendida.udes.edu.co/course/view.php?id=685>.

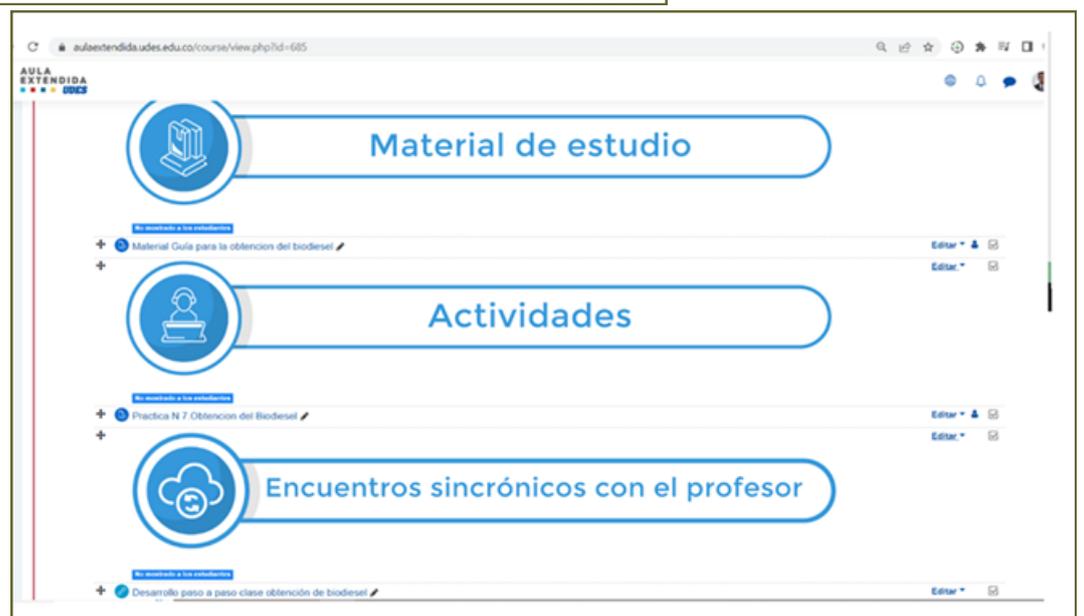
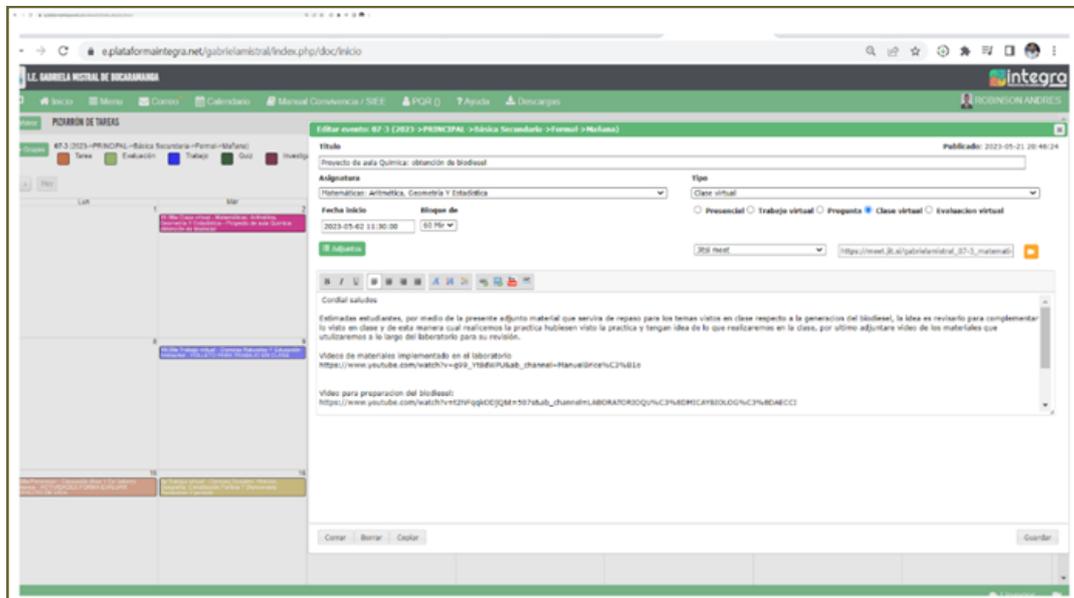


Figura 4 Aula invertida, plataformas: Integra "Institución Educativa Gabriela Mistral, Moodle "Universidad de Santander"

La primera figura representa la plataforma Integra perteneciente a la institución educativa Gabriela Mistral, es una plataforma de fácil acceso, es muy didáctica ya que al emplear la aplicación de pizarrón, se pudo seleccionar tanto a un curso académico entero en particular o a un grupo selecto de estudiantes, que en nuestro caso fueron aquellas pertenecientes al semillero de investigación institucional, la opción de pizarrón como se ve en la figura se presenta en forma de calendario mostrándose cada día del respectivo mes y a su vez los posibles trabajos, guías, talleres o demás documentos que los docentes seleccionan con sumo cuidado para que las estudiantes puedan acceder a ellos y estudiar, por otro lado la segunda imagen encontrada en la figura representa al aula extendida Moodle empleado por la Universidad de Santander, específicamente el programa de Ingeniería Petroquímica, es una herramienta valiosa aportada por la Universidad para complementar el aprendizaje de las estudiantes, de esta manera ellas tuvieron el acceso a las dos plataformas virtuales y repasaron desde sus casas, realizaron los ejercicios propuestos en el material de apoyo, revisaron la clase grabada de la temática, tomaron apuntes y construyeron el conocimiento del proyecto de aula apoyándose del aprendizaje autónomo, donde se buscaba que las estudiantes llegaran al aprendizaje a partir de sus propias vivencias, se favoreció el espíritu investigativo y se fomentó el deseo de estudiar y aprender por su propia cuenta.

## Clase Práctica Laboratorio

Realizado los pasos anteriores se procedió a la realización de la clase práctica realizada desde el laboratorio de la institución educativa Gabriela Mistral, para tal fin se crearon tres grupos de cuatro estudiantes y un solo grupo de dos estudiantes, sus integrantes fueron escogidas de la siguiente manera:

- Para los grupos de cuatro integrantes se escogió de cada grado académico una estudiante.
- Para el grupo de dos integrantes se escogió una estudiante de décimo grado y otra de undécimo grado.

La finalidad de la creación de dichos grupos fue tener un equipo de trabajo heterogéneo donde cada participante desde sus conocimientos bases pudiesen aportar a la realización del laboratorio y favorecer el aprendizaje a partir de experiencias previas de todas las integrantes, se favoreció el aprendizaje grupal y se fomentó la genera-

### Paso uno

Las estudiantes se pusieron la indumentaria acorde para realizar la práctica de laboratorio, respetando las normas de ingreso al aula, dichas pautas se encontraban en el aula extendida Moodle.

Se preparó el metóxido de potasio de la siguiente manera: Se colocó sobre la balanza digital un vidrio de reloj para contener el reactivo denominado Hidróxido de potasio "KOH", se taró la balanza a cero para borrar el peso del vidrio de reloj y se añadió dos gramos de hidróxido de potasio "KOH", en una probeta de cien mililitros se vertieron cuarenta mililitros de metanol al noventa y nueve % de pureza, una vez pesadas y medidas ambas proporciones de los reactivos se procedió a mezclarlos, para tal fin se utilizó la Plancha de calentamiento con un agitador magnético, se vertieron ambos reactivos en un vaso de precipitado de quinientos mililitros, se ajustó la temperatura a 25 grados centígrados y a setecientas revoluciones por minuto "numero de vueltas del agitador magnético" de la plancha de calentamiento, se tapó el vaso de precipitado con el vidrio de reloj utilizado previamente, una vez las lentejas del hidróxido de potasio "KOH", se diluyeron completamente en el metanol al noventa y nueve % de pureza y se conformó el metóxido de potasio, seguido a esto se vertieron doscientos mililitros de aceite vegetal usado el cual fue donado de la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral, dicho aceite fue previamente filtrado con ayuda de un colador para quitar el exceso de impurezas que traía consigo y se midió dichos doscientos mililitros en un probeta de 500 mililitros a medida que el tiempo transcurrió las estudiantes notaron los cambios de colores que se llevaban a cabo en la mezcla como también su aumento de densidad, de esta manera las estudiantes pudieron comprobar el proceso de transesterificación ocurrido donde

ción de lazos entre las estudiantes pertenecientes al semillero de investigación de la institución, una vez conformados los grupos de trabajo se procedió a revisar los apuntes previos a la realización del laboratorio, a la resolución de dudas por parte de las estudiantes, concluida esta etapa se dividieron los grupos de trabajo y se establecieron tres docentes los cuales guiarían a las estudiantes, conformándose los equipos de la siguiente manera:

- Equipo de trabajo uno: Profesor Externo: Grupo uno "Cuatro estudiantes" y grupo dos "dos estudiantes"
- Equipo de trabajo dos: Profesora de biología y tecnología: Grupo tres "Cuatro estudiantes"
- Equipo de trabajo tres: Profesora de matemáticas y Sociales: Grupo cuatro "Cuatro estudiantes"

Posteriormente se realizó el siguiente procedimiento para la Producción de Biodiesel a partir del aceite usado en la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral:

el aceite vegetal usado al entrar en contacto con el metanol al noventa y nueve % de pureza y por medio del catalizador Hidróxido de sodio "KOH, el cual actuaba como acelerador entre la reacción que estaba ocurriendo en ese instante", se llevó a cabo la obtención del Metil Ester que a su vez favoreció a la generación del biodiesel y la formación de glicerina, a medida que transcurrió el tiempo cada cinco minutos se aumentó las revoluciones por minuto en la plancha de calentamiento con el fin de evitar grumos a causa del aumento en la densidad debido a la formación del biodiesel y la glicerina de la siguiente forma:

- **Primer cambio 0 a 5 minutos:** temperatura ambiente y se mantiene las setecientas revoluciones por minuto en plancha de calentamiento.
- **Segundo cambio 5 a 10 minutos:** cambio de color de la mezcla a blanco pastoso: se mantiene la temperatura ambiente y se aumenta en la plancha de calentamiento a mil cien revoluciones por minuto.
- **Tercer cambio 10 a 15 minutos:** cambio de color de la mezcla a naranja quemado.

A su vez, se les explicó a las estudiantes el fenómeno conocido como reacción exotérmica la cual consistía en la generación de calor por parte de los reactivos al entrar en contacto entre ellos, por tal motivo al tocar el vaso de precipitado se notó un aumento de temperatura, la cual se midió con el termómetro obteniéndose un valor de cuarenta grados centígrados, quince grados centígrados por encima de la temperatura ambiente.

### **Paso dos**

Después de transcurrido los quince minutos de la mezcla en la plancha de calentamiento junto con el agitador magnético, se procedió a separar el producto obtenido, para tal fin se armó el montaje respectivo para la realización de la separación de mezclas heterogéneas líquido - líquido, en un soporte universal se añadió un aro metálico y dentro de este se adicionó un embudo decantación de 100 mililitros, se vertió la mezcla obtenida, se dejó en reposo y se esperó un tiempo de quince minutos logrando así la separación del biodiesel y la glicerina, la cual por diferencia de densidades la glicerina se depositó en la parte inferior del embudo de decantación mientras que el biodiesel se depositó por encima de la glicerina, pudiéndose notar una clara separación de dos fases, se procedió abrir la llave de paso y se retiró la glicerina en un vaso de precipitado de 100 mililitros, por ultimo para purificar aún más el biodiesel obtenido, se procedió atomizar con agua destilada el biodiesel en poca cantidad, se dejó reposar por 10 minutos obteniéndose nuevamente dos fases, donde el agua por diferencia de densidades se depositó en el fondo, siendo el agua más densa que el biodiesel, se retiró el agua con las impurezas restantes abriendo la llave de paso y retirándola en un vaso de precipitado



Figura 5 Resumen práctico: Producción de Biodiesel a partir del aceite usado en la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral

de cien mililitros, de esta manera se obtuvo el biodiesel. A continuación, se resume el proceso en la obtención del biodiesel por medio de la siguiente figura:

## Desarrollo Encuesta 2, Medición del aprendizaje

Una vez finalizada la práctica de laboratorio se procedió a la realización de la segunda encuesta, con la finalidad de analizar los conocimientos adquiridos después de terminado el proyecto de aula, dicha encuesta retoma las preguntas realizadas en la primera encuesta para revisar si las estudiantes lograron despejar las dudas y contestar aquellas preguntas que inicialmente respondieron de manera errada, adicionalmente se realizaron unas preguntas referente al tipo de metodología empleada en la práctica, y la forma como obtuvieron el conocimiento aplicándose el enfoque constructivista, apoyándose del aprendizaje autónomo, a continuación se adjunta la encuesta 2.

The image shows a Google Forms survey interface. The title is "Semillero de Investigación Gabriela Mistral Bucaramanga" with a sub-header "Desarrollo proyecto de aula fase 2 - 18 de marzo de 2023". The survey contains 13 numbered questions. Questions 1-4 are demographic and consent-related. Questions 5-9 are multiple-choice questions about laboratory techniques like mass classification, transcription, mixture separation, graduated cylinder use, and pH paper. Questions 10-13 are Likert-scale questions (1-5) asking about satisfaction with the methodology and autonomous learning.

Figura 6 Desarrollo Encuesta 2, Medición del aprendizaje

## Divulgación y Resultados

Una vez realizadas las dos encuestas y culminada la práctica de laboratorio la cual dio por concluido el proyecto de aula, se procedió a compartir los resultados obtenidos en primera instancia con todos los docentes involucrados en la realización del trabajo de investigación, con la finalidad de valorar el trabajo realizado, se analizaron pregunta por pregunta, posteriormente se procedió a socializar los resultados obtenidos a las estudiantes participantes del proyecto de aula, dichos resultados serán debatidos en el numeral cuatro, Resultados junto con el informe obtenido en el análisis espectroscopia infrarroja "IR", la cual se le realizó al biodiesel después de finalizada la práctica de laboratorio.

### Resultados

Una vez realizadas las encuestas hacia una población correspondiente de catorce estudiantes se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Resultados Desarrollo Encuesta 1, Conceptos Previos:

**Primera pregunta:** Autorización información con fines académicos

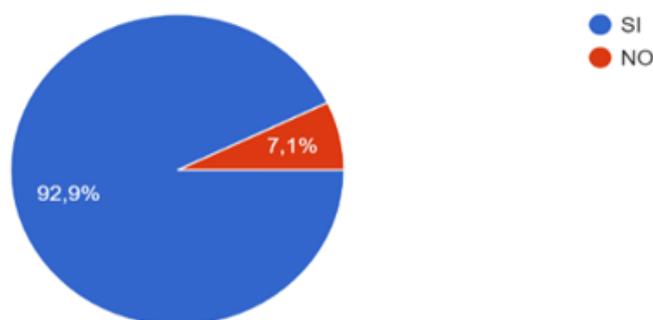


Figura 7

La grafica evidencia que el 92,9 % de las estudiantes autorizaron utilizar sus respuestas con fines académicos mientras que el 7.1 % de las estudiantes no autorizaron utilizar sus respuestas con fines académicos.

**Segunda pregunta:** Nombre completo de las estudiantes participantes en la encuesta.

Los resultados solo hacen referencia a los nombres completos de las estudiantes.

**Tercera pregunta:** Grado académico estudiantes paricipes aula para la producción de Biodiesel a partir del aceite usado en la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral.

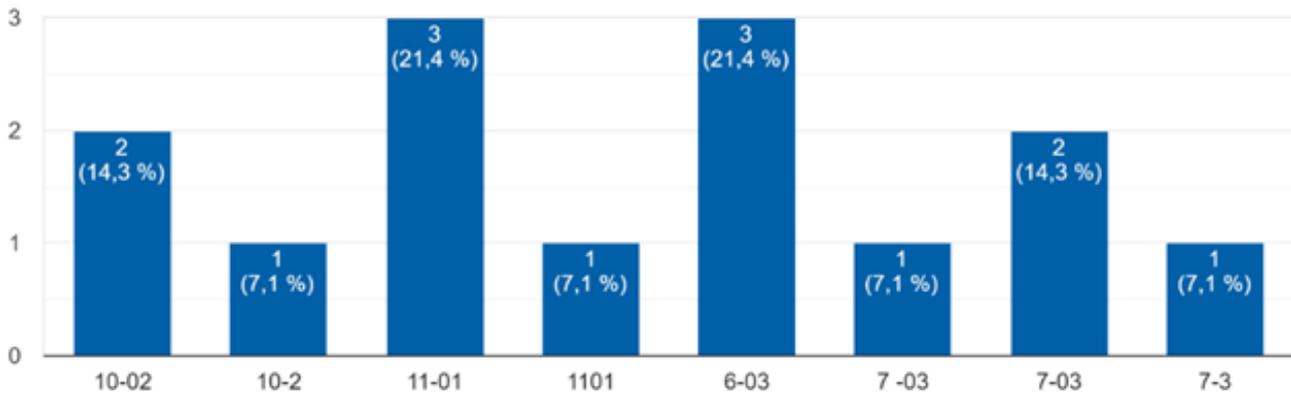


Figura 8

- ◆ **Estudiantes sexto grado:** Tres, con un total del 21,4 % de la población encuestada.
- ◆ **Estudiantes séptimo grado:** Cuatro, con un total del 28,5 % de la población encuestada.
- ◆ **Estudiantes Décimo grado:** Tres, con un total del 21,4 % de la población encuestada.
- ◆ **Estudiantes Undécimo grado:** Cuatro, con un total del 28,5 % de la población encuestada.

**Cuarta pregunta:** Teniendo en cuenta lo aprendido en las asignaturas de biología, tecnología o química, defina que es una mezcla:

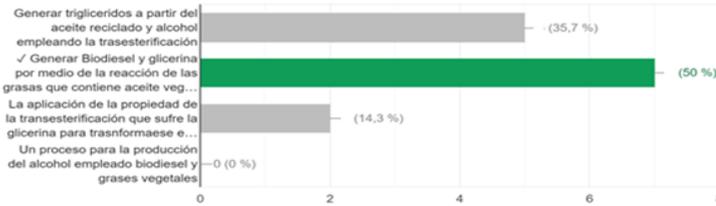
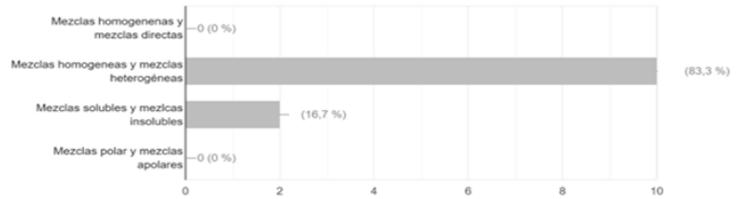
Respuestas que dieron las estudiantes:

- ◆ Composición formada por dos o más sustancias
- ◆ Una mezcla es como un material formado por varios materiales que se unen al mezclarse
- ◆ Es el proceso mediante dos o más sustancias se juntan y si mezclan entre sí formando una solo sustancia
- ◆ Es la combinación de dos o más sustancias en la que cada una de ellas conserva sus propiedades distintas
- ◆ En la combinación de 2 sustancias para formar un compuesto
- ◆ Es la combinación de sustancias sin perder sus propiedades distintas
- ◆ Cuando dos elementos se unen y forman un resultado
- ◆ Una mezcla es cuando se diluye uniforme las sustancias
- ◆ Cuando se juntan dos o más elementos de forma homogénea o heterogénea dando fin a un resultado a un problema
- ◆ Es una combinación de sustancias
- ◆ Es la unión de dos o más componentes o elementos
- ◆ Unión de dos o más sustancias
- ◆ Unión de dos o más elementos
- ◆ Una mezcla es la unión de dos o más elementos

De los resultados puestos por las estudiantes en la pregunta tipo abierta se evidencia que el cien % de las estudiantes conocen el concepto de mezcla, se nota un nivel de profundidad mayor en varias respuestas posiblemente ligadas a las estudiantes de grado decimo y undécimo.

**Quinta pregunta:** Las mezclas se pueden clasificar en:

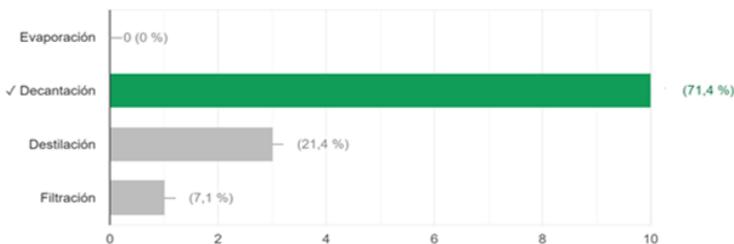
Figura 9



**Sexta pregunta:** El proceso de transesterificación hace referencia a:

Figura 10

Respecto a la gráfica se concluye que el 50 % de las estudiantes conocen la finalidad del proceso de transesterificación, sin embargo no es un porcentaje alto dado que tan solo la mitad de las estudiantes acertaron con la respuesta, el 35,7 % de las estudiantes pese a que tienen claro una parte del proceso no tienen claridad respecto a los productos obtenidos una vez finalizada la reacción y el 14,3 % de las estudiantes no tienen claridad en el proceso de transformación de aceite vegetal usado en biodiesel y triglicéridos.



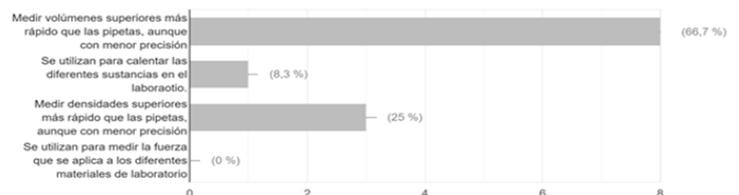
**Séptima pregunta:** Mencione que tipo de mecanismo de separación emplearía para separar aceite y agua

Figura 11

De la imagen se concluye que el 71 % de las estudiantes conocen con certeza que el mecanismo empleado para la separación de dos fluidos heterogéneos es la decantación, el 21,4 % de las estudiantes confundieron el concepto con destilación la cual se emplea para separar sólido-líquido en fase homogénea y el 7,1 % de las estudiantes no tienen claridad respecto a lo que se pregunta.

**Octava pregunta:** Mencione el uso de las probetas en el laboratorio de química

Figura 12



De la figura se concluye que el 66,7 % de las estudiantes conocen el uso de las probetas en el laboratorio de química mientras que el 33,3 % de las estudiantes no tienen claridad respecto al uso de las probetas.

## Novena pregunta: ¿Qué es el papel de pH?

Respuestas por parte de las estudiantes:

- ♦ Papel utilizado para medir la concentración de los iones de hidrogeno que están contenidos en una solución.
- ♦ El papel que se utiliza para separar los iones hidrógenos para separarlos
- ♦ Es un tipo de papel que se emplea para identificar el pH de alguna sustancia u objeto
- ♦ Es utilizado para medir la concentración de Iones Hidrógeno contenidos en una sustancia o disolución
- ♦ No se
- ♦ Es el papel donde se mide la acidez o la alcalinidad
- ♦ Medir la cantidad del color de un elemento
- ♦ Circulo cromático con la fuerza del color
- ♦ Es para saber la cantidad de color de un color
- ♦ Es para medir el pH
- ♦ Para medir la acidez, neutralidad y alcalinidad
- ♦ Se usa para medir el pH del ácido, neutro y base
- ♦ Medir la acidez, neutralidad o alcalinidad de una sustancia
- ♦ El papel pH ayuda a determinar la característica de una sustancia según la alcalinidad, acidez o neutralidad

De los resultados puestos por las estudiantes en la pregunta tipo abierta se puede concluir que el 98 % tienen idea respecto al uso del papel de pH, mientras que el 2 % desconoce su uso.

## Desarrollo Encuesta 2, Medición del aprendizaje

**Primera pregunta:** Autorización información con fines académicos

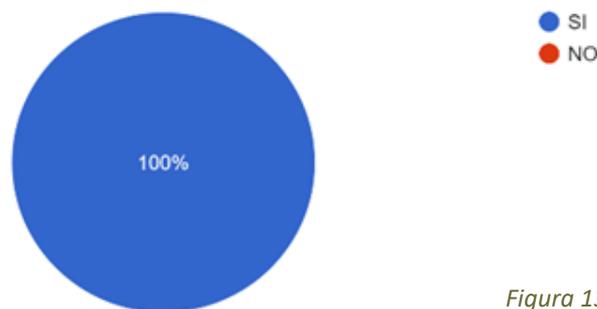


Figura 13

La grafica evidencia que el 100 % de las estudiantes autorizaron utilizar sus respuestas con fines académicos.

**Segunda pregunta:** Nombre completo de las estudiantes participantes en la encuesta.

Los resultados solo hacen referencia a los nombres completos de las estudiantes.

**Tercera pregunta:** Grado académico estudiantes partícipes aula para la producción de Biodiesel a partir del aceite usado en la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral.

Los resultados solo hacen referencia a los grados académicos mostrados en la Figura 8 del presente apartado.

**Cuarta pregunta:** Teniendo en cuenta lo aprendido en las asignaturas de biología, tecnología o química, defina que es una mezcla:

Los resultados son iguales a la primera encuesta específicamente en la cuarta pregunta, Se evidencia que el cien % de las estudiantes conocen el concepto de mezcla, se nota un nivel de profundidad mayor en varias respuestas posiblemente ligadas a las estudiantes de grado decimo y undécimo.

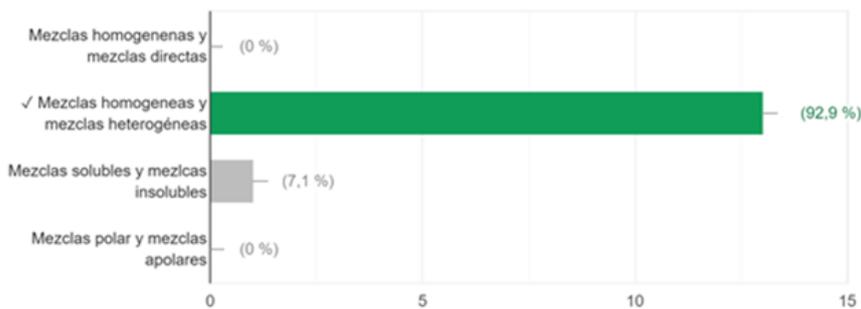


Figura 14

**Sexta pregunta:** El proceso de transesterificación hace referencia a:

Respecto a la gráfica se concluye que el 91,7 % de las estudiantes conocen la finalidad del proceso de transesterificación, el 8,3 % de las estudiantes pese a que tienen claro una parte del proceso no tienen claridad respecto a los productos obtenidos una vez finalizada la reacción.

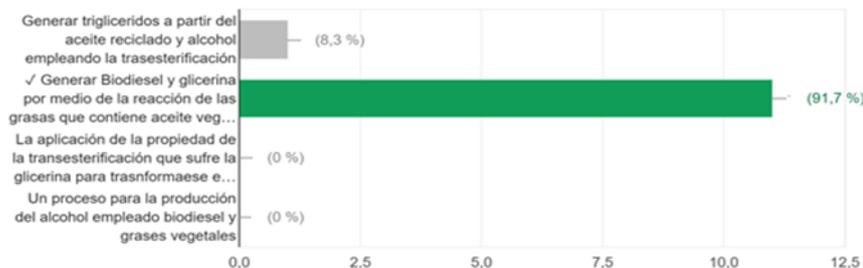


Figura 15

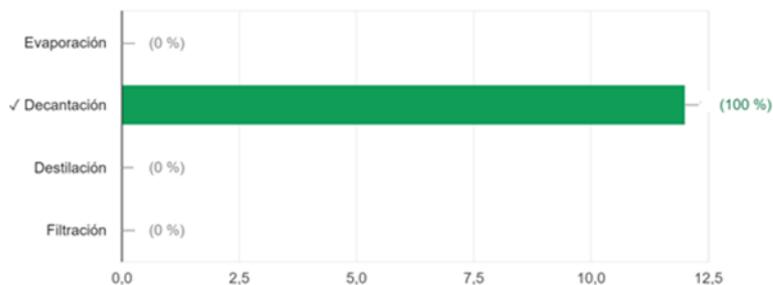


Figura 16

**Octava pregunta:** Mencione el uso de las probetas en el laboratorio de química

De la figura se concluye que el 71,4 % de las estudiantes conocen el uso de las probetas en el laboratorio de química mientras que el 28,6 % de las estudiantes no tienen claridad respecto al uso de las probetas.

Novena pregunta: ¿Qué es el papel de pH?

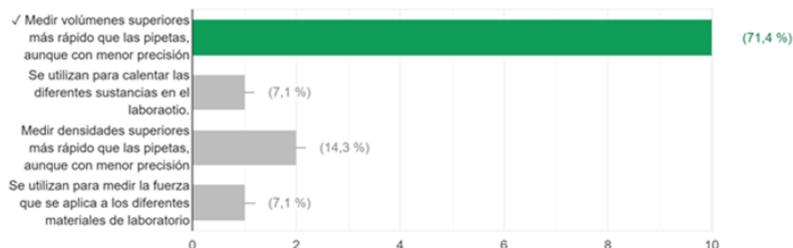


Figura 17

**Quinta pregunta:** Las mezclas se pueden clasificar en:

Analizando la gráfica se puede concluir que el 92,9 % de las estudiantes tienen clara la clasificación respecto al tipo mezclas, mientras el 7,1 % de las estudiantes manifiestan no tener claridad.

**Séptima pregunta:** Mencione que tipo de mecanismo de separación emplearía para separar aceite y agua.

De la imagen se concluye que el 100 % de las estudiantes conocen con certeza que el mecanismo empleado para la separación de dos fluidos heterogéneos es la decantación.

Respuesta por parte de las estudiantes:

- ◆ Es el que mide la concentración de iones hidrógeno contenidos en una disolución
- ◆ Es un papel que mide el pH de una sustancia u objeto
- ◆ Papel que mide el pH
- ◆ El papel pH mide la característica de una sustancia según criterios como la alcalinidad, acidez y neutralidad
- ◆ Medir la acidez, neutralidad o alcalinidad de un elemento
- ◆ Es para saber el ácido y la acidez de una sustancia
- ◆ Es para medir el ácido de una sustancia
- ◆ Es el papel donde se mide la acidez o la alcalinidad
- ◆ Medir la acidez, neutralidad o alcalinidad de un elemento
- ◆ El pH mide la acidez de una sustancia
- ◆ Medir el pH de las sustancias teniendo en cuenta criterios de alcalinidad, neutralidad y acidez
- ◆ Es utilizado para medir la concentración de iones de hidrógeno contenidos en una sustancia
- ◆ Sirve para medir las características de sustancias según alcalinidad, neutralidad o acidez
- ◆ Se utiliza para determinar si una sustancia o un elemento es ácido o alcalino

De los resultados puestos por las estudiantes en la pregunta tipo abierta se puede concluir que el 100 % tienen idea respecto al uso del papel de pH.

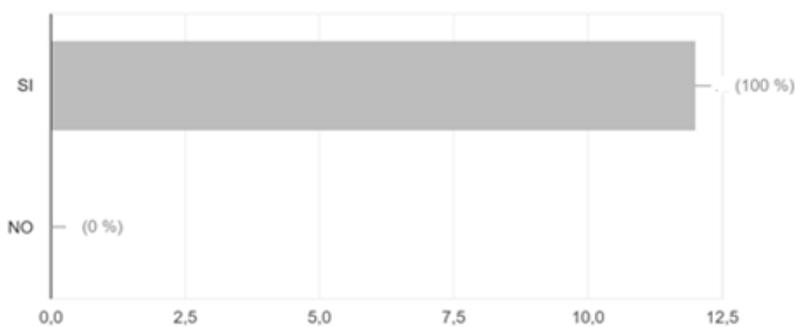


Figura 18

**Undécima pregunta:** Teniendo en cuenta el proyecto de aula realizado respecto a la obtención del biodiesel, y la metodología implementada por el docente Robinson Mancilla. ¿Le gustaría participar en futuros proyectos de investigación?

Analizando la figura se infiere que el 100 % de las estudiantes estuvieron conformes con la metodología implementada por el docente Robinson Mancilla y desearían ser participes de futuros proyectos de investigación.

**Décima pregunta:** ¿Se sintió a gusto con el método constructivista empleado para la elaboración del proyecto de aula?

De la figura se puede concluir que el 100 % de las estudiantes están a gusto con el método constructivista empleado para la elaboración del proyecto de aula.

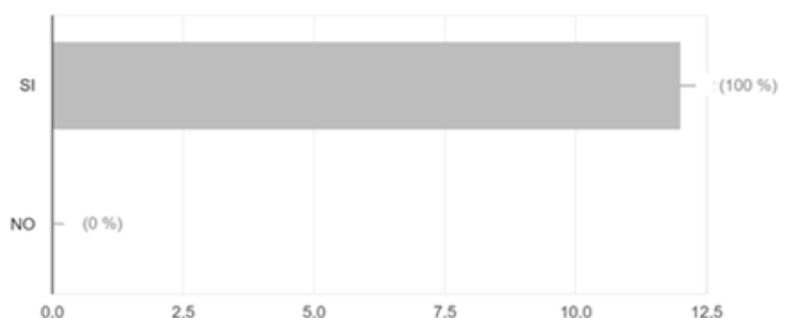


Figura 19

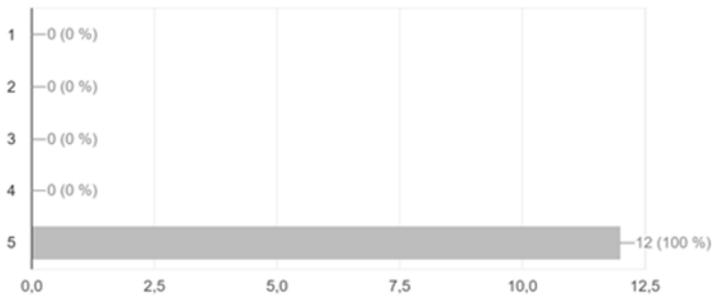


Figura 20

**Doceava pregunta:** Teniendo en cuenta el desarrollo del proyecto de aula realizado por el docente Robinson Mancilla califique de 1 a 5 dicha actividad tomando como base el conocimiento que adquirió en la práctica, donde 1 es muy malo, 2 es malo, 3 es regular, 4 es bueno y 5 es excelente.

De la figura se concluye que el 100 % de las estudiantes indican que mejoraron y adquirieron nuevo conocimiento con la practica realizada en la elaboración del proyecto de aula.

Treceava pregunta: Teniendo en cuenta el aprendizaje autónomo como principio base para el desarrollo de la investigación realizada, ¿de qué manera usted contribuyo con su aprendizaje?

Respuestas por parte de las estudiantes:

- ◆ Atendiendo a cada cosa que explicaba e integrando de una manera positiva para adquirir mejores y más conocimientos con este proyecto
- ◆ Atendiendo a las explicaciones y experimentando nuevos conocimientos y actividades
- ◆ Yo investigue sobre el tema, observe y realicé una parte del procedimiento
- ◆ Siendo atenta a cada una de las indicaciones, prestando atención a los procedimientos y a analizando estos según los criterios del área
- ◆ Siguiendo cada una de las indicaciones, prestando atención a los procedimientos y a sus resultados, analizando sus funciones según criterios propios del área
- ◆ Participando en la creación del experimento del biodiesel
- ◆ Entrado a la plataforma integra y Moodle
- ◆ Participando activamente en el proceso
- ◆ Prestando atención y observando cada uno de los procesos
- ◆ Supe hacer lo que se llama Biodiesel con aceite reutilizado y alcohólicas
- ◆ Colaborando en cada paso del proceso y observación directa en cada secuencia
- ◆ Investigue el proceso de transformación de aceite de cocina en biodiesel y glicerina e investigue todo lo posible sobre la transesterificación

De los resultados puestos por las estudiantes en la pregunta tipo abierta se puede concluir que el cien % de la población, investigó por separado, revisaron los apuntes de la clase magistral, emplearon la plataforma integra y Moodle como medio de ayuda.

## Discusión

Una vez descrito los resultados de cada pregunta de las dos encuestas realizadas a las estudiantes, antes y posterior a la realización del proyecto de aula titulado: implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral, se puede concluir lo siguiente:

## Discusión carácter pedagógico

**Primera pregunta:** En las dos encuestas se visualizó la aceptación por parte de las estudiantes para el tratamiento de datos, en la primera encuesta la estudiante marcó por error la respuesta no.

**Segunda pregunta:** En ambas encuestas se indicaron los nombres completos de las participantes.

**Tercera Pregunta:** En ambas encuestas se indicaron los grados académicos pertenecientes a las estudiantes integrantes en el proyecto de aula.

**Cuarta pregunta:** En la segunda encuesta se ve un aumento leve en la respuesta de la pregunta del 2 %, pasando de 98 % del total de estudiantes con claridad respecto al concepto mezcla en la primera encuesta a un 100 % del total de estudiantes con claridad respecto al concepto mezcla en la segunda encuesta.

**Quinta pregunta:** En la segunda encuesta se ve un aumento moderado en la respuesta de la pregunta del 9,6 %, pasando del 83,3 % del total de estudiantes con claridad respecto al tipo de mezclas según su clasificación en la primera encuesta a un 92,9 % del total de estudiantes con claridad respecto al tipo de mezclas según su clasificación en la segunda encuesta.

**Sexta pregunta:** Se visualiza un aumento elevado a la respuesta de la pregunta del 9,6 %, pasando del 51,7 % del total de estudiantes con claridad respecto al proceso de transesterificación ocurrido en la obtención de biodiesel a partir del aceite vegetal usado en la primera encuesta obteniendo un 91,7 % del total de estudiantes con claridad respecto a al proceso de transesterificación en la segunda encuesta.

**Séptima pregunta:** Se visualiza un aumento elevado a la respuesta de la pregunta del 28,6 %, pasando del 71,4 % del total de estudiantes con claridad respecto a mecanismo empleado para la separación de aceite y agua en la primera encuesta obteniendo un 100 % del total de estudiantes con claridad respecto al me-

canismo empleado para la separación aceite agua en la segunda encuesta.

**Octava pregunta:** Se visualiza un aumento leve a la respuesta de la pregunta del 4,7 %, pasando del 66,7 % del total de estudiantes con claridad en el uso de las probetas en el laboratorio de química en la primera encuesta obteniendo un 71,4 % del total de estudiantes con claridad respecto al uso de las probetas en el laboratorio de química en la segunda encuesta.

**Novena pregunta:** Se visualiza un aumento leve en la respuesta de la pregunta del 2 %, pasando de 98 % del total de estudiantes con claridad respecto al concepto del papel de pH en la primera encuesta a un 100 % del total de estudiantes con claridad al concepto del papel pH en la segunda encuesta.

**Décima pregunta:** De la pregunta se concluye que la totalidad de estudiantes están conformes con el método constructivista empleado en la investigación realizada.

**Undécima pregunta:** De la pregunta se concluye que la totalidad de estudiantes participes en la elaboración del proyecto de investigación participarían en futuros proyectos aplicando la metodología constructivista y el aprendizaje autónomo, ejes pilares del proyecto de aula realizado.

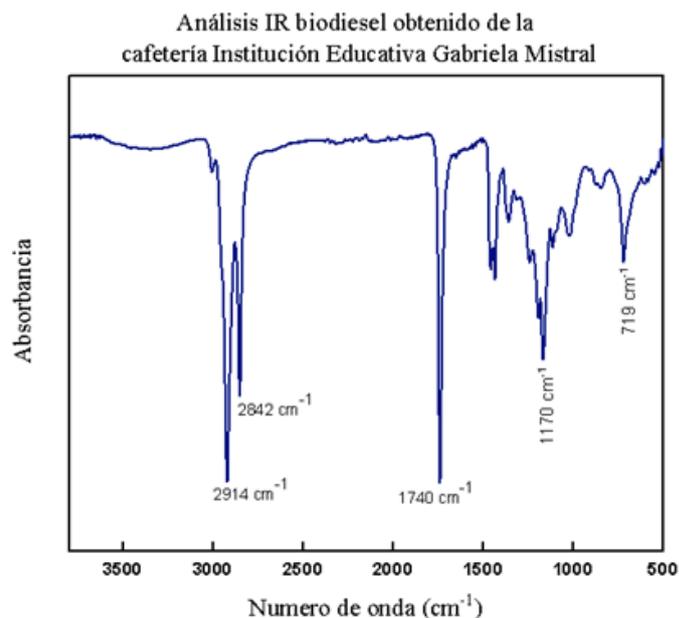
**Doceava pregunta:** De la pregunta se concluye que la totalidad de estudiantes están a gusto con los conocimientos nuevos adquiridos en el desarrollo del proyecto de aula calificando con un total de 5 "Excelente" el desarrollo y la metodología implementada.

**Treceava pregunta:** De la pregunta tipo abierta se describe las diferentes formas empleadas por las estudiantes para adquirir conocimientos basados en el aprendizaje autónomo, se recalca la respuesta promedio: Yo investigue sobre el tema, observe y realicé una parte del procedimiento.

## Discusión análisis de estudio experimental

### Espectro Infrarrojo

En espectro infrarrojo encontrado es congruente con la literatura (Aliske et al.,2007; Zhang, 2012), se observa inicialmente dos bandas prominentes en  $2914\text{ cm}^{-1}$  y  $2842\text{ cm}^{-1}$ , que guardan similitud con el diésel. La segunda banda prominente se observa en  $1740\text{ cm}^{-1}$ , correspondiente a los grupos carbonilo C=O; adicionalmente en la zona cercana a  $1170\text{ cm}^{-1}$ , se observa el traslape de bandas, correspondientes a grupos éster COO, estas últimas bandas solo aparecen en los espectros de biodiesel. La última banda identificada en  $719\text{ cm}^{-1}$ , hace correspondencia a las olefinas.



Por último, se destaca la importancia de la realización de los estudios: Carácter pedagógico y análisis de estudio experimental ya que permiten comprobar la eficacia en la implementación al modelo constructivista basado en el aprendizaje autónomo, observándose un balance positivo resultante de la discusión obtenida en las dos encuestas realizadas a las estudiantes y en el análisis realizado en el laboratorio del ICP, Instituto Colombiano del Petróleo respecto a la identificación de la calidad y pureza del combustible obtenido que para este fue se empleó el análisis de espectroscópico infrarrojo "IR".

### Conclusiones

Se comprobó que el nivel de aprendizaje en las estudiantes, se vio favorecido con la introducción de la pedagogía activa propuesta en el proyecto de aula titulado: implementación de aula invertida para la producción de biodiésel a partir del aceite usado en la cafetería de la Institución educativa Gabriela Mistral, esto se evidencia en el aumento del porcentaje total de respuesta en la encuesta número dos, respecto a la encuesta uno, validando la hipótesis establecida en el proyecto de aula.

Los modelos de aula invertida favorecieron y motivaron el aprendizaje autónomo de las estudiantes, garantizando una mayor adquisición de conocimiento, llevando dicho aprendizaje a la práctica.

El espectro IR destacó las bandas características de los biocombustibles, la comparación respecto al diésel fue la esperada, el combustible obtenido del aceite vegetal usado en la cafetería de la institución educativa Gabriela Mistral Bucaramanga, corresponde en concordancia a un biodiesel por lo que se puede destacar que se generó un biocombustible con características óptimas según lo establecido en las normas NTC 5444 y ASTM 1500.

## **Agradecimientos**

A la hermana Diana Milena Osorio Cubillos, rectora de la institución educativa Gabriela Mistral Bucaramanga, quien con su apoyo financiero y disposición colaborativa permitiendo el uso del laboratorio de química, hizo posible la realización de esta investigación científica, y a toda la comunidad misioneras del divino maestro, quienes siempre velan por una educación de calidad.

Al PhD Javier Alberto Sanabria Cala, docente de la Universidad de Santander – Programa Ingeniería Petroquímica, quien, con su aporte académico a esta investigación científica, hizo posible la realización de la práctica obtención del biodiesel a partir de aceite utilizado.

A la Química Mónica Marcela Pimiento Pimiento y al MSc. Diego Andrés Alonso Rueda, docentes de la Universidad de Santander – Programa Ingeniería Petroquímica, quienes prestaron los equipos faltantes para la realización del proyecto de investigación y estuvieron atentos para la interpretación de los resultados obtenidos en el análisis espectroscopia infrarroja “IR”.

Dra. Dalje Sunith Barbosa Trillos del grupo de nuevos materiales del ICP por su colaboración en la obtención de espectros infrarrojos-FTIR-ATR

## **De la presentación de los autores**

### **Robinson Andrés Mancilla Estupiñán**

Ingeniero de petróleos

Magister en ingeniería de hidrocarburos

Docente en ingenierías y ciencias básicas

### **Edna Eliana Jaimes Alvarado**

Licenciada en Ciencias Naturales.

Especialista en Bachiller pedagógico

Especialista en gerencia informática

Especialista en orientación vocacional y ocupacional

Especialista en lúdica educativa

Especialista en ética y Pedagogía.

### **Janeth Díaz Benavides.**

Historiadora

Diplomado en Gestión Pedagógica

### **Joanna Guio Puerto**

Ingeniera de Petróleos

Magister en Ciencias de la energía

Docente en ingenierías

### **Patricia Bergsneider Flórez**

Ingeniera de Sistemas

Especialista en informática educativa

## Referencias

- González Canal, I., & Gonzalez Ubierna, J. A. (2022). se emplea en gran escala para la preparación de alimentos en los hogares, instituciones de educación, hotelería. Obtenido de <https://www.residusmunicipals.cat/uploads/activitats/docs/20170427092548.pdf>
- Sandobal Verón, V. C., Bianca Marín, M., & Haydeé Barrios, T. (2021). El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática. RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia.
- Aguayo Vergara, M., Bravo Molina, M., Nocetti de la Barra, A., Concha Sarabia, L., & Aburto Godoy, R. (2019). Perspectiva estudiantil del modelo pedagógico flipped classroom o aula invertida en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista Educación*, 43(1), 97-113.
- Cornide-Reyes, H. C., & Villarroel, R. H. (2019). Método para promover el aprendizaje colaborativo en ingeniería de software. *Formación universitaria*, 12(4), 3-12.
- Gunawardena, L., & Liyanage, M. P. P. (2018, July). Flipped Classrooms using Social Networks: An investigation on learning styles. In 2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI) (pp. 956-957). IEEE.
- Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Skea, J., Zhai, P., Roberts, D., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T. (2019). Calentamiento global de 1, 5° C: informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1, 5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza: resumen para responsables de políticas: resumen técnico: preguntas frecuentes.
- Andreu Pinillos, A., Fernández Fernández, J. L., & Fernández Mateo, J. (2020). Pasado, presente y futuro de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS). La tecnología como catalizador (o inhibidor) de la Agenda 2030.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238.
- Lee, S., Choi, Y., Han, J., & Kim, H. (2022). Production of biodiesel from waste cooking oil and its environmental impact assessment: A case study in South Korea. *Sustainability*, 14(6), 2395.
- Sener, S. D. (2012). Prospectiva de energías renovables 2012-2026.
- Lee, S., Choi, Y., Han, J., & Kim, H. (2022). Production of biodiesel from waste cooking oil and its environmental impact assessment: A case study in South Korea. *Sustainability*, 14(6), 2395.
- Zhang, Y., Wei, L., Wang, T., Zhang, Y., & Ma, X. (2023). Conversion of waste cooking oil into renewable diesel via a hydrotreating cooking process. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129496.
- El-Azazy, M. (Ed.). (2019). *Infrared Spectroscopy: Principles, Advances, and Applications*.
- Zhang, W. B. (2012). Review on analysis of biodiesel with infrared spectroscopy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6048-6058.
- Aliske, M. A., Zagonel, G. F., Costa, B. J., Veiga, W., & Saul, C. K. (2007). Measurement of biodiesel concentration in a diesel oil mixture. *Fuel*, 86(10-11), 1461-1464

/ 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.



# **Colegio Oficial de Químicos de Galicia**

## **Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Galicia**

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

Horario Sede: Lunes a viernes de 10:00 a 14:00 h.

Tel. 623 033 325

[secretaria@colquiga.org](mailto:secretaria@colquiga.org)

[www.colquiga.org](http://www.colquiga.org)