

# IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA



## ORGANIZADO

La Asociación de Químicos de Galicia.

**LIBRO DEL CONGRESO**  
**18 al 20 de Mayo de 2023**

## COLABORADORES

El Colegio Oficial de Químicos de Galicia y el Grupo de Asociaciones de Química.



Colegio Oficial de  
Químicos de Galicia



GRUPO DE ASOCIACIONES DE QUÍMICA

## **IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**

### **ENTIDAD ORGANIZADORA:**

Asociación de Químicos de Galicia

### **ENTIDAD COLABORADORA:**

Colegio Oficial de Químicos de Galicia.

Grupo Asociaciones de Químicos (GAQ)

**AÑO:** 2023

**ISBN:** 978-84-09-51251-5

Congreso modalidad online

Plataforma propiedad del COLEGIO OFICIAL DE QUIMICOS DE GALICIA

## PROLOGO

Este CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA nace en el año 2019 por iniciativa de la Comisión de Enseñanza de nuestra Asociación para servir de marco de encuentro periódico entre profesionales de la docencia de la Química de cualquier nivel educativo.

Su fin es la mejora en el desempeño de las labores de la docencia de esta disciplina, tanto en la calidad como en la eficiencia, mediante el intercambio de ideas y de experiencias. Adicionalmente sirve para establecer contactos entre colegas que así lo deseen y puedan prestarse mutuamente apoyo o desarrollar acciones conjuntas en los periodos entre congresuales.

Esta IV edición se celebra en formato online, ya que así lo ha aconsejado el manejo de múltiples calendarios educativos y la dificultad de encajar desplazamientos durante el curso escolar.

Hemos puesto empeño para que esta cuarta edición sea mejor que las previas y estamos seguros de que será muy provechosa para todas las personas asistentes.

Al Comité Científico por su trabajo y a todos los asistentes, profesionales de la docencia, queremos manifestaros nuestro agradecimiento por vuestra comprensión y por vuestra acogida y transmitir os el cariño y agradecimiento de toda la profesión Química y, como siempre, os emplazamos a participar activamente.

*El Comité de Dirección y de Organización*

**ÍNDICE**

<b>PROLOGO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>COMITÉS.....</b>	<b>8</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>9</b>
<b>CLASIFICACIÓN DE PONENCIAS .....</b>	<b>9</b>
<b>COMUNICACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>PROGRAMA DEL CONGRESO .....</b>	<b>13</b>
<b>PONENTES PLENARIOS .....</b>	<b>15</b>
Explorando la Química con Simulaciones PhET .....	16
Propuestas para el aula con objetos digitales de educaplus.org.....	17
Experiencias para desarrollar competencias transversales en estudiantes universitarios .....	18
<b>ORAL.....</b>	<b>19</b>
<b>ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA .....</b>	<b>20</b>
Taller de Iniciación a la Divulgación Científica dirigido a estudiantes recién graduados. Una herramienta para despertar vocaciones científicas.....	21
La química de cada día: una experiencia STEAM para aprender sobre la materia y sus cambios a través del arte y la historia .....	22
¡A JUGAR CON LOS ELEMENTOS QUÍMICOS!.....	23
Cuatro temas para motivar y apasionar a los alumnos en el aprendizaje de la Química como ciencia natural.....	24
Asesinato en el laboratorio de Química Analítica.....	25
Aplicación de un escape room digital en química analítica.....	26
Aprendizaje basado en proyectos: validación de métodos analíticos.....	27
Debajo del dulce cebo, está el anzuelo.....	28
"Química al revés: el aula invertida en 2º de Bachillerato" .....	29
La Historia de la Química en el marco de la Historia General de las Ciencias. Consideraciones para la enseñanza .....	30
Manualidades y fantasía: de Hogwarts al laboratorio de Química.....	31
El <i>currículum</i> prescrito de Química en Argentina. Dos problemáticas surgidas a partir de la extensión de la obligatoriedad .....	32
Gamificación en Química .....	33
<b>FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA.....</b>	<b>34</b>
Uso de las TIC's y la gamificación en el aula como elementos fundamentales en la comunicación oral del alumnado .....	35
IMAGEN CORPORATIVA, MAQUETACIÓN DE PUBLICACIONES CON CANVA Y GENIALLY PARA EL USO PEDAGÓGICO Y PROFESIONAL.....	36
Explicando, como transposición didáctica, los conceptos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	37
Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química.....	38

<b>NUEVAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>39</b>
“Ludo Educativo”: A multidisciplinary playful teaching-learning tool for all ages.....	40
Metodología de enseñanza para la elaboración de un diseño experimental aplicado a la síntesis de terpiridinas.....	41
TICs e Investigación Formativa en Espacios Virtuales.....	42
<b>PRÁCTICAS DE QUÍMICA.....</b>	<b>43</b>
Practica de laboratorio para elaborar perfumes .....	44
Postimpresionismo, furanchos y el principio de Le Châtelier.....	45
Contribución del Laboratorio de Química de la EPS de Ferrol al Programa Becarios de Formación Complementaria de la UDC.....	46
Práctica de química virtual en formato <i>Escape room</i> .....	47
Reconocimiento del Alumnado como Personas Investigadoras.....	48
Un enfoque seguro, ecológico y sostenible para el estudio de la aditividad de absorbancias en espectrofotometría UV-Vis en prácticas de laboratorio de química .....	49
<b>POSTER.....</b>	<b>50</b>
<b>ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA .....</b>	<b>51</b>
Combinación química con goma EVA .....	52
Escape Room como propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química .....	53
El Mapa Estequiométrico: metodología para la enseñanza y aprendizaje significativo de cálculos estequiométricos .....	54
Aplicación de la metodología AICLE a la enseñanza de la Química .....	55
Escape room como herramienta para la didáctica de la Química en el ámbito universitario.....	56
Introduciendo el cribado de actividades biológicas de compuestos químicos en animal modelo ..	57
Escape room as a gamification strategy for chemistry learning for intermediate level undergraduates.....	58
Reconocimiento mutuo entre el graduado químico y la Industria: Competencias Transversales y Complementarias de Macromoléculas y Electroquímica .....	59
<b>FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA.....</b>	<b>60</b>
“Redox Reaction” – Juego Didáctico apoyo a la Docencia de Química REDOX .....	61
Montando la Tabla Periódica: gamificación en el aula de secundaria .....	62
Escape Room en el aula para integración de conceptos clave .....	63
<b>NUEVAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>64</b>
Uso de herramientas <i>in silico</i> para predecir la liberación de péptidos mediante proteólisis enzimática.....	65
La participación y el razonamiento lógico para la formación experiencial en análisis químico del Graduado Universitario.....	66
Chat GPT: ¿Un aliado o una amenaza en la educación?.....	67
The Integrated Lab: a gamified point-and-click virtual lab experience for intermediate level undergraduates.....	68
Dinamización en el aula y mejora del aprendizaje mediante la gamificación y elaboración de contenidos virtuales.....	69
Uso de Instagram como herramienta docente en la asignatura Ingeniería Química.....	70

Interpretación de espectros y manejo de software: doble mejora educativa en el ámbito de la Química Orgánica.....	71
Uso de las herramientas en línea Eddpuzzle y Genially para la enseñanza de la Química Orgánica.....	72
Incorporación de procedimientos de evaluación no presencial en el Grado en Química.....	73
<b>PRÁCTICAS DE QUÍMICA.....</b>	<b>74</b>
Characterization of food colorants as additives used in commercial chocolate candies.....	75
Punto isoeléctrico como clave para la extracción de proteínas de la Spirulina.....	76
Determinación espectrofotométrica de fosfato en aguas.....	77
La química del Gin-tonic o cómo hablar de fluorescencia.....	78
Haciendo espectros con una caja de zapatos.....	79
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.....	80
EL MENÚ QUÍMICO.....	81
Determinación experimental de la cinética de inmisión de gas radón a través de suelos.....	82
Reducción de arseniato y oxidación de arsenito de sodio para el análisis de aguas contaminadas por arsénico.....	83
Identificación del triptófano presente en jugo de piña ( <i>Ananas comosus</i> ) mediante cromatografía en capa fina.....	84
<i>Feedback</i> formativo como herramienta de mejora para el aprendizaje de la Química Física.....	85
<i>Flipped Classroom</i> en las prácticas de laboratorio.....	86
Cuestiones previas en Aula Virtual en los laboratorios de Química Orgánica.....	87
Técnicas de Aprendizaje Activo basado en la Investigación científica: Aplicación en los Laboratorios de Química.....	88
Práctica de laboratorio: formulación y ensayos de pinturas.....	89
<b>ÍNDICE DE AUTORES.....</b>	<b>90</b>

## **INTRODUCCIÓN**

El origen de estos tres congresos de Didáctica de la Química hay que buscarlos en los años 1995-1999, tiempo en que la Asociación de Químicos de Galicia, en colaboración con el Colegio Oficial de Químicos de Galicia organizó una serie de Jornadas sobre la Didáctica de la Química con el objeto e intercambiar experiencias entre el personal docente que imparte esta Ciencia a las nuevas generaciones y con ello fomentar la vocación por esta disciplina. Fue hace cinco años, en el año 2019, cuando se retomó la idea de volver a juntar a todas las personas que se dedican a la enseñanza de la química y, con el mismo espíritu y objetivos, se celebró el I CONGRESO DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA, para que fuera un marco de referencia para intercambiar ideas y experiencias, para fomentar la comunicación y el trabajo en equipo entre los docentes de la Química de los diferentes niveles educativos.

La química es una disciplina que a mucho alumnado se le hace difícil, por ello es importante que las personas que se dedican a su enseñanza y divulgación dispongan de los conocimientos y habilidades necesarias para transmitir a su alumnado no sólo sus conocimientos de la química, sino que lo hagan de forma que sea sencilla y entendible, sin necesidad de que la química pierda su esencia.

La Asociación de Químicos de Galicia diseñó este Congreso de forma que las personas que se dedican a la docencia de la química pudieran:

- Intercambiar ideas y formas de enseñar la química a todos los niveles de la enseñanza. Desde los primeros años de formación hasta el ámbito universitario.
- Servir de punto de encuentro de todos los profesionales de la química que se dedican a divulgarla y a enseñarla en todo el mundo.
- Buscar la innovación y la excelencia en la enseñanza de la química, enfrentándose a los nuevos retos tecnológicos y metodológicos de la educación.
- Entender la importancia de la química en el ámbito profesional y sus implicaciones en las diferentes profesiones.

Todas las personas que hacen posible este IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA os da la bienvenida y espera que sea un congreso provechoso allí donde seáis docentes y divulgéis esta hermosa disciplina científica.

Manuel Rodríguez Méndez  
Presidente Asociación de Químicos de Galicia.  
Decano Colegio Oficial de Químicos de Galicia.

## **COMITÉS**

### **COMITÉ CIENTÍFICO:**

Prof. Dr. Alberto Rojas-Hernández. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (México)

Prof. Dr. José Manuel Andrade Garda. Univerisdad da Coruña.

Prof. Dr. José María Fernández Solís. Universidad da Coruña

Prof. D. Juan José Sanmartín Rodríguez. Profesor Enseñanza Secundaria (AQUIGA)

### **COMITÉ DE ORGANIZACIÓN:**

Prof. Dra. Pastora Bello Bugallo. Escuela Técnica Superior Ingeniería de la USC

Prof. Dra. Ana María Gayol González, (COLQUIGA y AQUIGA)

Dña. Laura Gil Rodríguez (COLQUIGA),

Dr. Manuel Rodríguez Méndez, (COLQUIGA y AQUIGA)

D. José Ramón Bahamonde Hernando, (COLQUIGA y AQUIGA)

D. Francisco Javier Becerra. (COLQUIGA)

D. Emilio Osende Bardanca. (COLQUIGA)

Dña. María Modino Pérez. (COLQUIGA y AQUIGA)

D. Carlos Vales Fernández (COLQUIGA)

Prof. Dr. José María Fernández Solís. Universidad da Coruña

Prof. D. Juan José Sanmartín Rodríguez. (COLQUIGA y AQUIGA)

### **COMITÉ DE DIRECCIÓN:**

D. José Luis Francisco Fuentes. (COLQUIGA)

D. José Ramón Bahamonde Hernando. (COLQUIGA y AQUIGA)

Dr. Manuel Rodríguez Méndez. (COLQUIGA y AQUIGA)

## **AGRADECIMIENTOS**

A los miembros del Comité de Organización por su colaboración, entrega y dedicación en la preparación de este IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA.

## **CLASIFICACIÓN DE PONENCIAS**

Las ponencias y posters presentados al Congreso se han clasificado en 4 grupos:

<b>GRUPO</b>	<b>TIPOLOGÍA DE COMUNICACIÓN</b>
P	PONENTES PLENARIOS
A	ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA
B	FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA
C	NUEVAS TECNOLOGÍAS
D	PRÁCTICAS DE QUÍMICA

COMUNICACIONES

ORAL	
PONENCIAS PLENARIAS	
P1	Explorando la Química con Simulaciones PhET
P2	Propuestas para el aula con objetos digitales de educaplanus.org
P3	Experiencias para desarrollar competencias transversales en estudiantes universitarios
ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	
A1	Taller de Iniciación a la Divulgación Científica dirigido a estudiantes recién graduados. Una herramienta para despertar vocaciones científicas
A2	La química de cada día: una experiencia STEAM para aprender sobre la materia y sus cambios a través del arte y la historia
A3	¡A jugar con los elementos químicos!
A4	Cuatro temas para motivar y apasionar a los alumnos en el aprendizaje de la Química como ciencia natural
A5	Asesinato en el laboratorio de Química Analítica
A6	Aplicación de un escape room digital en química analítica
A7	Aprendizaje basado en proyectos: validación de métodos analíticos
A8	Debajo del dulce cebo, está el anzuelo
A9	"Química al revés: el aula invertida en 2º de Bachillerato"
A10	La Historia de la Química en el marco de la Historia General de las Ciencias. Consideraciones para la enseñanza
A11	Manualidades y fantasía: de Hogwarts al laboratorio de Química
A12	El <i>currículum</i> prescrito de Química en Argentina. Dos problemáticas surgidas a partir de la extensión de la obligatoriedad
A13	Gamificación en Química
FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA	
B1	Uso de las TIC's y la gamificación en el aula como elementos fundamentales en la comunicación oral del alumnado
B2	Imagen corporativa, maquetación de publicaciones con canva y genially para el uso pedagógico y profesional
B3	Explicando, como transposición didáctica, los conceptos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)
B4	Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química
NUEVAS TECNOLOGÍAS	
C1	"Ludo Educativo": A multidisciplinary playful teaching-learning tool for all ages

C2	Metodología de enseñanza para la elaboración de un diseño experimental aplicado a la síntesis de terpiridinas
C3	TICs e Investigación Formativa en Espacios Virtuales
<b>PRÁCTICAS DE QUÍMICA</b>	
D1	Practica de laboratorio para elaborar perfumes
D2	Postimpresionismo, furanchos y el principio de Le Châtelier
D3	Contribución del Laboratorio de Química de la EPS de Ferrol al Programa Becarios de Formación Complementaria de la UDC
D4	Práctica de química virtual en formato <i>Escape room</i>
D5	Reconocimiento del Alumnado como Personas Investigadoras
D6	Un enfoque seguro, ecológico y sostenible para el estudio de la aditividad de absorbancias en espectrofotometría UV-Vis en prácticas de laboratorio de química
<b>PÓSTER</b>	
<b>ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA</b>	
A14	Combinación química con goma EVA
A15	Escape Room como propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química
A16	El Mapa Estequiométrico: metodología para la enseñanza y aprendizaje significativo de cálculos estequiométricos
A17	Aplicación de la metodología AICLE a la enseñanza de la Química
A18	Escape room como herramienta para la didáctica de la Química en el ámbito universitario
A19	Introduciendo el cribado de actividades biológicas de compuestos químicos en animal modelo
A20	Escape room as a gamification strategy for chemistry learning for intermediate level undergraduates
A21	Reconocimiento mutuo entre el graduado químico y la Industria: Competencias Transversales y Complementarias de Macromoléculas y Electroquímica
<b>FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA</b>	
B5	“Redox Reaction” – Juego Didáctico apoyo a la Docencia de Química REDOX
B6	Montando la Tabla Periódica: gamificación en el aula de secundaria
B7	Escape Room en el aula para integración de conceptos clave
<b>NUEVAS TECNOLOGÍAS</b>	
C4	Uso de herramientas <i>in silico</i> para predecir la liberación de péptidos mediante proteólisis enzimática
C5	La participación y el razonamiento lógico para la formación experiencial en análisis químico del Graduado Universitario
C6	Chat GPT: ¿Un aliado o una amenaza en la educación?
C7	The Integrated Lab: a gamified point-and-click virtual lab experience for intermediate level undergraduates

C8	Dinamización en el aula y mejora del aprendizaje mediante la gamificación y elaboración de contenidos virtuales
C9	Uso de Instagram como herramienta docente en la asignatura Ingeniería Química
C10	Interpretación de espectros y manejo de software: doble mejora educativa en el ámbito de la Química Orgánica
C11	Uso de las herramientas en línea Eddpuzzle y Genially para la enseñanza de la Química Orgánica
C12	Incorporación de procedimientos de evaluación no presencial en el Grado en Química
<b>PRÁCTICAS DE QUÍMICA</b>	
D7	Characterization of food colorants as additives used in commercial chocolate candies
D8	Punto isoeléctrico como clave para la extracción de proteínas de la Spirulina
D9	Determinación espectrofotométrica de fosfato en aguas
D10	La química del Gin-tonic o cómo hablar de fluorescencia
D11	Haciendo espectros con una caja de zapatos
D12	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
D13	El menú químico
D14	Determinación experimental de la cinética de inmisión de gas radón a través de suelos
D15	Reducción de arseniato y oxidación de arsenito de sodio para el análisis de aguas contaminadas por arsénico
D16	Identificación del triptófano presente en jugo de piña ( <i>Ananas comosus</i> ) mediante cromatografía en capa fina
D17	<i>Feedback</i> formativo como herramienta de mejora para el aprendizaje de la Química Física
D18	<i>Flipped Classroom</i> en las prácticas de laboratorio
D19	Cuestiones previas en Aula Virtual en los laboratorios de Química Orgánica
D20	Técnicas de Aprendizaje Activo basado en la Investigación científica: Aplicación en los Laboratorios de Química
D21	Práctica de laboratorio: formulación y ensayos de pinturas

PROGRAMA DEL CONGRESO

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD	
18/5/2023	16:00 – 16:30	Inauguración	
	16:30 – 17:15	P1	
	17:15 – 17:30	A1	
	17:30 – 17:45	D1	
	17:45 – 18:00	A3	
	18:00 – 18:15	DESCANSO	
	18:15 – 18:30	C3	
	18:30 – 18:45	A10	
	18:45 – 19:00	A12	
	19:00 – 19:05	A14	
	19:05 – 19:10	A15	
	19:10 – 19:15	A16	
	19:15 - 19:20	A17	
	19:20 - 19:25	A18	
	19:25 – 19:30	A19	
	19:30 - 19:35	A20	
	19:35 – 19:40	A21	
	19:40 -19:45	C1	
	19/5/2023	16:00 – 16:45	P2
		16:45 – 17:00	A4
17:00 – 17:15		A5	
17:15 – 17:30		A6	
17:30 – 17:45		A7	
17:45 – 18:00		A8	
18:00 – 18:15		DESCANSO	
18:15 – 18:30		B5	
18:30 – 18:45		C2	
18:45 – 19:00		A2	
19:00 – 19:05		A20	
19:05 – 19:10		A21	
19:10 – 19:15		D13	
19:15 – 19:20		B7	
19:20 - 19:25		B8	
19:25 – 19:30		C4	
19:30 - 19:35		C5	
19:35 – 19:40		C6	
19:40 -19:45		C7	
20/5/2023		10:30 – 10:45	B4
	10:45 – 11:00	B1	
	11:00 – 11:15	D2	
	11:15 – 11:30	A9	
	11:30 – 11:45	B2	
	11:45 – 12:00	B3	
	12:00 – 12:15	A11	
	12:15 – 12:30	DESCANSO	
	12:30 – 12:45	A13	
	12:45-12:50	B8	
	12:50 – 12:55	B6	
	12:55-13:00	B7	
	13:00 – 13:05	C8	

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
	13:05 – 13:10	C9
	13:10 -13:15	C10
	13:15 - 13:20	C11
	13:20 - 13:25	C12
	13:25 - 13:30	D7
	13:30 – 16:00	DESCANSO - COMIDA
	16:00 – 16:45	P3
	16:45 – 17:00	D3
	17:00 – 17:15	D4
	17:15 – 17:30	D5
	17:30 – 17:45	D6
	17:45 – 17:50	D8
	17:50 – 17:55	D9
	17:55 - 18:00	D10
	18:00 - 18:05	D11
	18:05 - 18:15	DESCANSO
	18:15 - 18:20	D12
	18:20 - 18:25	B6
	18:25 - 18:30	D14
	18:30 - 18:35	D15
	18:35 - 18:40	D16
	18:45 - 18:50	D17
	18:50 - 18:55	D18
	18:55 - 19:00	D19
	19:00 - 19:05	D20
	19:05 - 19:10	D21
	19:10-19:15	CLAUSURA

## **PONENTES PLENARIOS**

## Explorando la Química con Simulaciones PhET

**Diana Berenice López Tavares**

PhET Interactive Simulations, Boulder, Colorado, Estados Unidos  
*Diana.LopezTavares@colorado.edu*

Fundado en el 2002 por el ganador del Premio Noble Carl Wieman, el proyecto PhET de la Universidad de Colorado Boulder (<https://phet.colorado.edu/es/>) crea simulaciones interactivas y laboratorios virtuales gratuitos para el aprendizaje de ciencias y matemáticas. Las simulaciones de PhET se basan en investigación educativa extensiva, e involucra a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, donde aprenden explorando y descubriendo. El diseño de las simulaciones PhET es único, favoreciendo la motivación de los estudiantes, posibilitando cubrir diversos objetivos de aprendizaje y usarse en varios niveles escolares [1].

Las simulaciones ayudan a los estudiantes a lograr un aprendizaje conceptual profundo [2] y el desarrollo de habilidades de indagación [3] cuando son usadas en metodologías didácticas centradas en el estudiante. Las simulaciones permiten la realización de experimentos y hacen visible lo invisible (como átomos, moléculas, fuerza, etc.), y al usar PhET en estrategias del aprendizaje activo, ayudan a los estudiantes en la identificación de relaciones entre variables, hacerse preguntas, recolectar e interpretar datos, formular conclusiones, y construir modelos conceptuales y matemáticos adecuados.

En el caso de Química, PhET cuenta con 30 simulaciones que pueden usarse en celulares, y otras que son accesibles desde computadoras, con temas desde química básica hasta universidad. En esta ponencia se presentará la filosofía y recursos de proyecto PhET, ideas para integrar las simulaciones en clases presenciales y virtuales, y los proyectos de formación docente y creación de comunidades que PhET-Global está implementando.

### Referencias

- [1] Wieman, C., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683. X.
- [2] Moore, E. B., & Harrington, K. V. (2011). Using PhET simulations in general chemistry: A qualitative study of student experiences. *Journal of Chemical Education*, 88(9), 1317-1324
- [3] Alkharusi, H., Ambusaidi, A., Alshuaili, A., & Coll, R. K. (2018). Developing inquiry-based chemistry learning materials using PhET simulations. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1204-1220.

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

**Jesús Peñas Cano**

Creador de educaplus.org, Sevilla, España  
educaplus@gmail.com

El desempeño profesional del docente se realiza en un contexto complejo que integra varios tipos de conocimientos interrelacionados como son los conocimientos propios de la materia y los conocimientos pedagógicos y tecnológicos. La tecnología ha propiciado la aparición de nuevas herramientas para el aprendizaje y, en el caso de la enseñanza de las ciencias, las animaciones y simulaciones son una de las estrategias más efectivas para el aprendizaje de conceptos y fenómenos complejos.

Estas representaciones virtuales de situaciones reales permiten a los estudiantes experimentar, explorar y analizar fenómenos de manera interactiva, observar el comportamiento de los sistemas y realizar experimentos virtuales que serían difíciles o imposibles de realizar en un laboratorio real. Son, además, herramientas muy efectivas para fomentar el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas [1].

Para iniciar la parte de propuestas se presenta un conjunto de pequeños juegos, que pueden ser utilizados de forma autónoma por el alumnado, destinados a mejorar el conocimiento de la terminología básica sobre los elementos químicos como nombres, símbolos, número atómico, número másico, carga eléctrica y sobre su organización en la tabla periódica.

**Reacciones de sustitución simple.** Presenta un escenario en el que se introducen diversos metales en soluciones acuosas de nitratos de esos mismos metales y se observan las reacciones que tienen lugar. Se acompaña una actividad en la que se introduce el concepto de *serie de actividad* y se aprovecha para predecir si diversas reacciones ocurren o no. También se introducen los conceptos de oxidación y reducción. Se trata de una actividad de carácter cualitativo basada en la observación y la organización de los datos.

**Modelo de Bohr.** Con el simulador repasamos los postulados del modelo propuesto por Bohr para el átomo de hidrógeno, explicando los espectros atómicos de absorción y emisión en coherencia con ellos y determinamos las energías absorbidas o emitidas en los tránsitos del electrón entre dos órbitas o estados estacionarios. Los tránsitos entre órbitas estacionarias pueden también visualizarse mediante un diagrama de energía que nos ayuda a introducir la idea de series espectrales.

Mediante una actividad guiada se calculan las energías asociadas a los estados estacionarios, se determina la relación entre estas energías y se deducen los radios relativos de las órbitas en función del radio de la órbita más estable, introduciendo la idea de número cuántico principal.

**Estequiometría.** Para los estudiantes de secundaria las reacciones químicas expresadas como *reactivos* → *productos* ofrecen varias dificultades [2] [3] entre ellas, y desde el punto de vista del lenguaje simbólico, la de no informar sobre su carácter dinámico.

El simulador ofrece una visualización dinámica del transcurso de la reacción en la que se aprecia inequívocamente que la formación de productos implica la desaparición de reactivos, permite la comprobación de la Ley de Lavoisier e introduce el concepto de reactivo limitante.

Además de lo anterior se propone una estrategia, utilizando el simulador como fuente de datos, en la que mediante una hoja de cálculo prediseñada se establecen las relaciones de masas y de moles de reactivos y productos y permite deducir que los coeficientes de la reacción ajustada coincide con esta relación de moles.

### Referencias

- [1] Martín, J., Peñas, J., Nuevos problemas, nuevos lenguajes: ciencias y TIC, Cuadernos de Pedagogía, 384 (2008), 62-64.
- [2] K. S. Taber, An alternative conceptual framework from chemistry education, International Journal of Science Education, 1998, 20 (5), 597-608.
- [3] Barker, V., Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas: A report prepared for the Royal Society of Chemistry, London: Education Division, Royal Society of Chemistry (2000).

## Experiencias para desarrollar competencias transversales en estudiantes universitarios

**María Isabel Rodríguez Cáceres**

Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Avenida de Elvas, S/N, 06006 Badajoz, España  
[maribelro@unex.es](mailto:maribelro@unex.es)

Durante los últimos años de la licenciatura se había observado que la capacidad de comprensión, expresión y síntesis de los estudiantes que accedían a la universidad disminuía cada curso académico. Partiendo de esa observación, junto con dos compañeras/profesoras de la Facultad de Ciencias pusimos en marcha en nuestras aulas, por separado, una serie de actividades con las que los estudiantes trabajaran esas debilidades que se habían observado.

Poco después se comenzó a hablar del Espacio Europeo de Educación Superior y se empezó a hablar en el mundo universitario de competencias (básicas, generales, transversales y específicas). En 2005 el grupo de profesores que impartíamos docencia en primero de la Licenciatura en Química comenzamos a trabajar para adaptarnos a la nueva metodología y en el curso 2006/07 participamos en el proyecto piloto de adaptación del primer curso de la titulación de química al EEES en la UEx.

El cambio de metodología fue considerable. Además de trabajar las competencias específicas de cada asignatura, había que trabajar esas otras competencias transversales a las que hasta entonces no se le había dado demasiada importancia. En el Grado en Química aparecían 10 competencias transversales. Evidentemente, si había que impartir el temario de la asignatura no se podían trabajar todas las competencias transversales, así que del listado se eligieron:

CT1 – Capacidad de: b) análisis y síntesis; c) organización y planificación; e) expresión oral y escrita.

CT2 – Capacidad de comunicar de una forma clara y precisa conocimientos y conclusiones a un público tanto especializado como no especializado.

CT9 – Conocimiento de una lengua extranjera (preferentemente inglés).

CT10 – Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) más adecuadas en cada situación.

Durante la ponencia se resumirán las experiencias realizadas durante todos estos años para trabajar estas competencias transversales, y cómo se han ido implicando más profesores/as hasta formar en 2019 el Grupo Pluridisciplinar de Innovación Docente y Divulgación de Ciencias (GiDeCien), formado en la actualidad por 27 profesoras y profesores de Química, Física, Biología y Matemáticas. Ya como grupo, se han trabajado estas competencias no sólo en el aula, sino también con la organización de talleres gratuitos dirigidos al estudiantado de la Facultad de Ciencias (aprox. 1600).

[https://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/sofd/areas/ie/Catalogo\\_gids](https://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/sofd/areas/ie/Catalogo_gids)

**ORAL**

## **ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

## Taller de Iniciación a la Divulgación Científica dirigido a estudiantes recién graduados. Una herramienta para despertar vocaciones científicas

**M. Isabel Rodríguez-Cáceres<sup>1,\*</sup>, Eduardo M. Cuerda<sup>2</sup>, Antonio Serrano<sup>3</sup>, José C. Corchado<sup>4</sup>, Nielene M. Mora<sup>1</sup>, Jesús Zarza<sup>3</sup>, Rafael Fernando Martínez<sup>2</sup>, María Elena Martín<sup>4</sup>, Carmen Fernández<sup>2</sup>, María F. Alexandre<sup>2</sup>, Rosario Pardo<sup>2</sup>, María Isabel Parra<sup>5</sup>, Emilio Viñuelas<sup>2</sup>, María Victoria Gil<sup>2</sup>, Emilia C. Botello<sup>6</sup>, Manuel Antón<sup>3</sup>, Guadalupe Cumplido<sup>6</sup>, María Luz Sánchez<sup>4</sup>, Mario Martínez<sup>5</sup>, María Ángeles Obregón<sup>3</sup>, María Garrido<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química Analítica; <sup>2</sup>Departamento de Química Orgánica e Inorgánica; <sup>3</sup>Departamento de Física; <sup>4</sup>Departamento de Ingeniería Química y Química Física; <sup>5</sup>Departamento de Matemáticas; <sup>6</sup>Departamento de Bioquímica, Biología Molecular y Genética; <sup>7</sup>Departamento de Fisiología  
Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura (Spain)

[\\*maribelro@unex.es](mailto:*maribelro@unex.es)

La comunicación pública sobre temas científicos y tecnológicos es una de las herramientas de más valor para la transferencia de resultados de la Universidad a la sociedad en general [1]. La divulgación del conocimiento científico, por otra parte, se ha convertido en un tema de gran atractivo para los medios de comunicación, que utilizan la Ciencia como un reclamo más en su oferta cultural y de entretenimiento [2]. Esta difusión del conocimiento científico tiene como resultado un crecimiento en las vocaciones científicas [3].

Desafortunadamente, la comunicación de los resultados de investigación o la difusión científica en general no es una tarea que resulte sencilla y que requiere de habilidades que no son suficientemente trabajadas en el actual sistema educativo [4]. Aunque los planes de estudio de las titulaciones habitualmente incluyen entre sus competencias transversales la adquisición de habilidades de comunicación a audiencias especializadas y no especializadas, como ocurre con otras competencias transversales, no suelen trabajarse ni evaluarse de manera específica.

Para intentar paliar estas deficiencias en la formación de los graduados, en el presente curso 2022/2023, un grupo de profesores del Grupo Pluridisciplinar de Innovación Docente y Divulgación de Ciencias (GiDeCien) de la Universidad de Extremadura han ofrecido un Taller de Iniciación a la Divulgación Científica. Para ello no solamente se ha contado con profesorado de la Facultad de Ciencias, mayoritariamente de la titulación del Grado en Química, con amplia experiencia en actividades de divulgación y difusión, sino también con profesionales de la comunicación audiovisual del Gabinete de Comunicación de la Universidad de Extremadura. En la presente comunicación se presenta la estructura de dicho taller, las experiencias de divulgación llevadas a cabo por los estudiantes, así como sus impresiones acerca del impacto que la asistencia a dicho taller ha tenido sobre sus expectativas como futuros comunicadores en Ciencias.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio de Orientación y Formación Docente de la Universidad de Extremadura por la financiación de este taller.

### Referencias

- [1] M. Alcibar, *Arbor*, 191 (2015) 242.
- [2] M. Domínguez, A. Mateu, *Metode Science Studies Journal*, 4 (2021) 160.
- [3] U. K. Simon, H. Steindl, N. Larcher, H. Kulac, A. Hotter. *Journal of Science Education*, 38 (2016) 814.
- [4] I. Fernández Bayo, R. Mecha, M. Milán. Publicación del Área de Cultura Científica y Divulgación, Universidad Complutense de Madrid, disponible en <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1334-2018-05-04-Gu%C3%ADa%20de%20actuaci%C3%B3n%20WEB.pdf>

## La química de cada día: una experiencia STEAM para aprender sobre la materia y sus cambios a través del arte y la historia

**Luis Moreno Martínez<sup>1,2\*</sup>**

<sup>1</sup>CEIPS Vicente Aleixandre, Av. Constitución 29 28792, Comunidad de Madrid, España

<sup>2</sup> G.E. de Didáctica e Historia de la RSEF y la RSEQ, Av. Complutense s/n 28040, Madrid, España

\*[luis.morenomartinez@educa.madrid.org](mailto:luis.morenomartinez@educa.madrid.org)

La aproximación *STEAM* (de inglés *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) incluye entre sus objetivos promover una enseñanza de las ciencias en conexión con otros ámbitos del conocimiento, como las artes y las humanidades.<sup>[1]</sup> Este mismo objetivo es plenamente alcanzable al emplear la historia de la ciencia como recurso didáctico, ya que pone de manifiesto que la ciencia es una actividad humana inscrita en un determinado contexto social y cultural.<sup>[2]</sup> La presente comunicación presenta una experiencia didáctica que combina ambas aproximaciones metodológicas de gran relevancia actual en la didáctica de las ciencias experimentales, entre las que se incluye la química.

Se presenta así una experiencia *STEAM* desarrollada en el Colegio Público de Educación Infantil, Primaria y Secundaria "Vicente Aleixandre" (Comunidad de Madrid) en el marco de las materias de Física y Química de 3º y 4º ESO. La experiencia, denominada "La química de cada día", ha consistido en el diseño y ejecución de una feria de ciencia que ha partido como eje central del papel de la química en la humanidad reflejado en los siete días de la semana, los cuales presentan reminiscencias a los siete grandes metales de la Antigüedad y sus deidades asociadas. Partiendo de un trabajo de documentación guiado, el alumnado profundizó en las propiedades de los siete elementos metálicos ancestrales: plata (lunes), hierro (martes), mercurio (miércoles), estaño (jueves), cobre (viernes), plomo (sábado) y oro (domingo).

A través de la química de estos elementos el alumnado fue capaz de explicar, aplicar e ilustrar múltiples saberes fundamentales sobre estructura atómica (como la evolución histórica de los modelos atómicos, la formación de iones o la relación entre la distribución de los electrones en el átomo y los espectros atómicos), la tabla periódica (como la relación entre configuración electrónica y sistema periódico), las técnicas para separar componentes de mezclas (como la cristalización o la separación magnética) y las reacciones químicas (como la teoría de colisiones, la ley de conservación de la masa o los factores que afectan a la velocidad de las reacciones químicas). Para ello, el alumnado empleó maquetas confeccionadas a tal efecto y realizó demostraciones experimentales previamente diseñadas, combinando así la modelización teórica con la experimentación, acciones clave en la química actual. Todo ello haciendo uso de leyendas, capítulos históricos y obras de arte relacionadas con los elementos seleccionados, poniendo en valor el papel de la química en el desarrollo de la humanidad y en nuestra cultura y sociedad actual.

La experiencia realizada no solo ha resultado de gran interés para la adquisición de competencias y saberes básicos, sino que ha permitido ofrecer un escenario de aprendizaje motivador al propiciar que no solo participe el alumnado de Física y Química de 3º y 4º ESO, sino también alumnado de otros cursos de ESO e incluso de Educación Primaria, fomentando vocaciones científicas en edades tempranas y promoviendo la adquisición de habilidades comunicativas en el alumnado.

### Referencias

- [1] O. García Fuentes, M Raposo Rivas, M.E. Martínez Figueira, Revista Complutense de Educación, 34.1, (2023) 191-202.  
[2] L. Moreno-Martínez, Anales de Química, 118.3 (2022), 163-171.

## ¡A JUGAR CON LOS ELEMENTOS QUÍMICOS!

**R. Fernández Blanco**

I.E.S. Recesvinto, Venta de Baños, Palencia, Castilla y León, España  
*raquel.ferbla@educa.jcyl.es*

Los expertos en aprendizaje consideran que el aprendizaje basado en juegos con un enfoque lúdico permite a los alumnos aumentar la probabilidad de demostrar la creatividad e innovación, como futuros profesionales de los campos relacionados con las disciplinas "STEM" (informática, tecnología, ingeniería, ciencias y matemáticas). Sin embargo, hoy en día apenas se reconoce la importancia del aprendizaje a través de lo lúdico en los centros educativos y muchos docentes a menudo se muestran escépticos con respecto a este tipo de actividades y las ven simplemente como "un juego".

En esta publicación se recogen una serie de propuestas didácticas basadas en juegos clásicos que han sido adaptadas a la materia de Física y Química para el nivel educativo de ESO, con el fin de mantener la motivación para alcanzar un aprendizaje significativo, tanto en el alumnado como en el profesorado.

En esta comunicación oral se presentan los siguientes juegos (entre paréntesis los nombres de los juegos populares en los que están basados): Quimioca (Juego de la Oca), Elemenchís (Juego de Parchís), Quimibble (Juego de Dobble), QuimiMemory (Juego de Memory), Quimigo (Juego de Bingo), Element-dados (Juego del Bingo, pero con dados en lugar de cartones), QuiKyjo (Juego de Skyjo), Quiminó encadenado (juego del dominó encadenado).

## Cuatro temas para motivar y apasionar a los alumnos en el aprendizaje de la Química como ciencia natural

**Tomás R. Tovar Júlvez**

Área de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior de Zamora,  
Universidad de Salamanca, Av. de Requejo, 33, 49029 Zamora, España  
*manana@usal.es*

Uno de los inconvenientes de la enseñanza de la Química es la falta de motivación e interés de gran parte del alumnado, que ve a esta ciencia como artificial, desconectada de la realidad, e incluso “antiecológica”.

No están completamente nítidas las definiciones y fronteras de la Ecología Química (o Química Ecológica), la Química Ambiental, y la Biogeoquímica, pero lo que sí es cierto es que existe una clara interacción de las sustancias químicas con la Tierra, los seres vivos, y los fenómenos físicos. En este campo de estudio, que rodea nuestra vida y todo lo que hacemos, confluyen la Química, la Biología, la Geología, y la Física, demostrando con nitidez que la Naturaleza también es química.

A través de cuatro temas o tópicos se demuestra a los alumnos que la Química, lejos de ser artificial o antiambiental, es completamente natural, y que no sólo no está desconectada de la realidad, sino que es la misma realidad. Se muestran los temas y se les proponen actividades relacionadas.

El origen de la vida en la Tierra es uno de los misterios más grandes que existen. Se desconoce como una serie de moléculas se pudieron unir para dar lugar a un ser vivo.

Los ciclos biogeoquímicos son la circulación sanguínea del planeta. A través de los mismos, la biodiversidad se desarrolla y evoluciona interaccionando con el planeta durante millones de años.

La contaminación ambiental se produce al introducir sustancias extrañas en la atmósfera, las aguas, y el medio natural. Las reacciones químicas que tienen lugar en estos medios provocan consecuencias imprevistas, como la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono, o el cambio climático.

La agricultura es la actividad humana que nos da de comer y difícilmente habría alimentos suficientes si no alimentásemos a las plantas con nitrógeno, fósforo, y potasio, pues al ser seres vivos autótrofos pueden crear sus tejidos a partir de materia inorgánica.

La experiencia docente muestra que estos temas, independientemente del interés del alumnado por la Química, suscitan un enorme interés que redundará en una visión más amable hacia esta ciencia, que al final tiene como consecuencia una mayor motivación para su estudio.

### Referencias

- [1] C. Escolástico León, M<sup>a</sup>. P. Cabildo Miranda. El papel de la Química en la Didáctica de la Ecología. Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid, 2005 X.
- [2] H.J. Cleaves. Prebiotic Chemistry: Geochemical Context and Reaction Screening. *Life* 2013, 3, 331-345; doi:10.3390/life3020331
- [3] X. Domenech, J. Peral. Química Ambiental de sistemas terrestres. Reverté, Barcelona, 2006
- [4] Gerard Kiely. Ingeniería Ambiental. McGraw Hill, Madrid, 1999.
- [5] S.E. Manahan. Environmental Chemistry. Lewis, Boca Raton, 1994.
- [6] R. Margaleff. Ecología. Omega, Barcelona, 1992.

## Asesinato en el laboratorio de Química Analítica

**J. Terán-Baamonde<sup>1\*</sup>, N. Novo-Quiza<sup>1</sup>, E. Alonso-Rodríguez<sup>1</sup>, A. Carlosena-Zubieta<sup>1</sup>, S. Muniategui-Lorenzo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of A Coruña, Grupo Química Analítica Aplicada (QANAP), Institute of Research in Environmental Studies (IUMA), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Campus de A Coruña, s/n, 15071, A Coruña, Spain  
\*javier.teran.baamonde@udc.es

Con el fin de contribuir a la mejora de la calidad de la enseñanza, es primordial llevar a cabo una renovación del modelo educativo. Para ello, es prioritaria la utilización de metodologías activas, las cuales fomentan la creatividad e impulsan las competencias investigadoras, favoreciendo así la adquisición de un aprendizaje significativo. Además, implica cambiar el rol tradicional del docente como fuente de conocimiento por el de guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje [1].

En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de aprendizaje por descubrimiento a una de las sesiones prácticas de la asignatura de primer curso, "Química General 3", del segundo cuatrimestre de los planes de estudio del Grado en Química y del Programa de Simultaneidad del Grado en Biología y Grado en Química, de la Universidade da Coruña. En ella se estudian los aspectos más relevantes de los equilibrios químicos en disolución.

En esta sesión práctica se ha llevado a cabo una gamificación, mediante la cual el alumnado debe resolver un asesinato asumiendo el papel de detective. La actividad consiste en la recopilación de pruebas de la escena del crimen (Fig. 1), su análisis mediante ensayos químicos basados en los contenidos de la asignatura (explicados tanto en las sesiones teóricas como preparados previamente por el propio alumnado, *flipped classroom*), y su interpretación científica. Además, como material de guía, disponen de una presentación interactiva en la que se describen las pruebas presentes en la escena del crimen, junto con una ficha de posibles sospechosos/as en formato tipo noticia de periódico (Fig. 1).

Para la evaluación de esta actividad, el alumnado debe realizar a lo largo de la sesión un "informe científico-policial" que se compone de los siguientes apartados: evidencias, hipótesis, procedimiento experimental, resultados y conclusiones. Con el fin de evaluar el grado de satisfacción con la actividad, al finalizar la misma se realiza un cuestionario que incluye aspectos relacionados con los contenidos, aplicación de metodologías activas y/o sugerencias.



Fig.1. Fotografía escena del crimen y material de guía interactivo.

### Agradecimientos

J.T.B. agradece a la Xunta de Galicia (Consellería de Cultura, Educación e Universidade) por el contrato postdoctoral (ED481B-2021/090). N.N.Q. agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación y la Unión Europea (ESF) por el contrato predoctoral (PRE2019-088744). QANAP agradece la financiación de la Xunta de Galicia (ref. ED431C 2021/56).

### Referencias

J. Martínez, J.L. Domènech, A. Menargues y G. Romo, Educación Química, 23 (2012) 112.

## Aplicación de un escape room digital en química analítica

**N. R. López-Santiago<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio de Biogeoquímica Ambiental y Depto. de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510 Cd Mex.

\*nruthls@quimica.unam.mx

Ante la vertiginosidad del avance digital las generaciones actuales demandan nuevas estrategias para su aprendizaje, bajo este panorama los docentes universitarios nos enfrentamos al reto de adaptarnos a las preferencias de las estudiantes determinadas por el uso de las nuevas tecnologías y el formato digital ágil y lúdico [1,2], en este sentido la gamificación ofrece soluciones adecuadas a las necesidades educativas de la nueva generación de estudiantes [1].

La integración a las clases de actividades de aprendizaje lúdicas promueve mejoramiento los procesos cognitivos, la motivación, el plano emocional y el ámbito social [3]. Una opción de gamificación son los escapes rooms, que son actividades de aventura donde los participantes se enfrentan a enigmas que deben resolver para poder escapar [4].

En esta investigación se aplicó como estrategia didáctica gamificadas un escape room digital elaborado en Genially, con el propósito de activar la metacognición del conocimiento teórico y metodológicos construidos en las materias química analítica, y que son necesarios para la construcción de conocimiento de la validación de métodos analíticos.

El escape room se nombró *La Máquina del tiempo* y se compone de cinco épocas del pasado, cada una con diferentes ítems sobre el tema correspondiente: I. Material de laboratorio, II. Buenas prácticas de laboratorio, III. Técnicas analíticas, IV. Química Analítica, V. Curvas de calibración. Para avanzar en cada época se deben contestar correctamente todas las preguntas de cada sección para obtener al final uno de los dígitos que componen la clave secreta para desbloquear *el Futuro*.

La actividad fue evaluada por los estudiantes a través de una encuesta mixta (tipo Likert y preguntas abiertas) La mayoría de los estudiantes indico que el escape room les permitió recordar lo que sabían o habían visto en curso anteriores, es decir si activo su metacognición, lo cual se confirma con el hecho de que todos los estudiantes lograron obtener la clave para desbloquear *el Futuro*, y lo hicieron de forma divertida. Los seres humanos nos encontramos intrínsecamente motivados cuando tenemos interés, curiosidad y encontramos un cierto gusto en aprender, así el escape room fue una estrategia de aprendizaje que favorece la motivación y promueve un mayor compromiso de los educandos con el aprendizaje de esta forma, se procura el aprovechamiento de contenidos, involucrando de forma directa la participación del alumnado [5].

### Agradecimientos

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por el apoyo otorgado a través del proyecto PE201022 Propuestas didácticas basadas en metodologías activas para la enseñanza-aprendizaje de la Química Analítica.

### Referencias

- [1] M. García-Iruela, R. Hijón-Neira, C. Connolly, Education in the Knowledge Society, 23 (2022) 7.
- [2] A. Salvador-Gómez, A. Escrig-Tena, B. García-Juan, Tecnología, ciencia y educación, 21 (2022), 7.
- [3] N. Bilbao-Quintana xxx, Education in the Knowledge Society, 23 (2022) 1.
- [4] P. García-Tudela, V. González-Calatayud, J. Serrano-Sánchez, J., 18 (2020) 97.
- [5] E. Pérez Vázquez, A. Gilabert Cerdá, A. Lledó Carreres (2019) Nuevos contextos, nuevas ideas. Barcelona: Octaedro.

## Aprendizaje basado en proyectos: validación de métodos analíticos

**N. R. López-Santiago<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio de Biogeoquímica Ambiental y Depto. de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510 Cd Mex.

\*nruthls@quimica.unam.mx

La complejidad y celeridad con que se transforma nuestra realidad, demanda que la enseñanza en los niveles universitarios deje el formato de conferencia, donde los profesores son el centro y los transmisores del conocimiento y los alumnos son oyentes-pasivos [1], la mancuerna del proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso de doble sentido: docentes y estudiantes aprenden y enseñan mutuamente [2], en un ciclo iterativo. En este sentido el Aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una forma de acercar a los estudiantes al currículo y darle sentido y significado, ya que se promueve su desarrollo, una socialización más rica: aprenden, hacen y comunican. El ABP fomenta el análisis, síntesis, investigación, transferencia de conocimientos y procedimientos a otros contextos, pensamiento crítico, responsabilidad individual y grupal, manejo de diversas fuentes de información, expresión oral y escrita, toma de decisiones, planificación y organización y trabajo en equipo [3, 4].

En esta investigación se implementó una propuesta metodología basada en el aprendizaje basado en problemas para la validación de métodos analíticos (Proyecto de validación). Las actividades se llevaron a cabo en equipos de trabajo de 3-4 estudiantes, cada equipo seleccionó su proyecto de investigación de un banco de proyectos de acuerdo con sus preferencias. Los componentes del proyecto fueron: el protocolo normalizado de trabajo (PNT), el plan de validación, registros de validación, el informe de la validación y la presentación al grupo del proyecto y sus resultados, cada uno con una guía de puntaje. Para cada proyecto la docente les proporcionó los documentos básicos (método normalizado, artículo o tesis fuente), ejemplos en plantillas prediseñadas por la docente para los documentos y registros.

La secuencia propuesta bajo el ABP llevó a los estudiantes paso a paso para alcanzar el objetivo de validar un método analítico y vincular los conocimientos que han adquirido al largo de la carrera con las aplicaciones reales. Así mismo se despertó el interés de los estudiantes dado que realizaron una actividad que alertó a los mecanismos de atención, motivación y memoria, y fue factible que el aprendizaje se lograra, ya que resolvieron un problema con una implicación real e incluso con un posible impacto legal. Se logró que el aprendizaje fuera significativo: se efectuaron acciones motivadoras que provocaron la curiosidad e interés de los estudiantes (temas de impacto forense, farmacéutico, ambiental y de alimentos) por lo que iban a aprender. Por otra parte, se emocionaron al darse cuenta de que era el momento de aplicar todos los conocimientos que habían adquirido a lo largo de la carrera (este proyecto se realizó en una materia que se imparte en el octavo semestre de 9 en total). Al trabajar los estudiantes en equipos permitió el intercambio de ideas a través del diálogo y la retroalimentación, enriqueciendo el resultado del proyecto, se propició el alcance del aprendizaje. Hacer equipos para el trabajo en el proyecto fue muy benéfico.

### Agradecimientos

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por el apoyo otorgado a través del proyecto PE201022 Propuestas didácticas basadas en metodologías activas para la enseñanza-aprendizaje de la Química Analítica.

### Referencias

- [1] F. Bernardi, M. Pazinato, Journal Chemical Education, 99 (2022) 1211.
- [2] A. Baro, Revista digital Innovación y experiencias educativas, 1 (2011) 1.
- [3] Gobierno de Canarias, 2019, <http://www.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/aprendizaje-basado-proyectos/>
- [4] Servicio de Innovación Educativa-UPM. Universidad Politécnica de Madrid. [En línea] 2008

## Debajo del dulce cebo, está el anzuelo

**Ángel Vidal-Vidal<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Facultade de Ciencias (Dpto. de Química Física), Universidade de Santiago de Compostela, Campus de Lugo. Avda. Alfonso X El Sabio s/n, 27002 Lugo, Galicia, Spain

\*[angel.vidal.vidal@usc.es](mailto:angel.vidal.vidal@usc.es)

La enseñanza de la ciencia contextualizada es fundamental para motivar a los estudiantes y lograr que comprendan la importancia y relevancia de esta área de conocimiento en su vida diaria. Al relacionar los conceptos científicos con situaciones reales y relevantes para los estudiantes, se puede aumentar su interés y compromiso con el aprendizaje, lo que favorece que los conceptos trabajados sean más significativos y profundos. Además, la enseñanza contextualizada de la ciencia es necesaria para que los estudiantes puedan apreciar y comprender la relación existente entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, así como entender cómo estas disciplinas interactúan para influir en su entorno y vida cotidiana.

Basándose en esta filosofía de trabajo, se parte de una situación común en el aula de ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato que no es otra más que tratar de dar explicación a algún experimento o fenómeno que los alumnos encuentran en algún vídeo de las redes sociales. En este caso concreto la motivación surge al tratar la experiencia de la pecera y las latas de refresco. Si tenemos dos latas de la misma marca de refrescos, una convencional y la otra light, y las introducimos en una pecera llena de agua, ¿Por qué un refresco se va al fondo y el otro flota en el líquido?

Esta situación permite emplear los trabajos prácticos como medio para trabajar diferentes contenidos del temario de física y química a partir de 4º de ESO, estando principalmente recomendada la experiencia completa para 2º de Bachillerato. Así mismo, el diseño realizado también fomenta realizar un abordaje interdisciplinar de la investigación científica integrando varias áreas de conocimiento diferentes en el desarrollo de las diferentes actividades.

A partir del análisis con visión química de las etiquetas de las diferentes latas se inicia una secuencia en donde se aborda la química de los azúcares y de los edulcorantes intensivos. Mediante actividades de investigación, de modelización, de experimentación y de cata se trabajan contenidos tan variados como las reacciones de oxidación-reducción, la química orgánica, las diferencias en exactitud y precisión de pruebas sensoriales y análisis químico así como el funcionamiento del sentido del gusto.



**Fig.1.** Ilustración representativa del proyecto

### Agradecimientos

Actuación financiada por el Ministerio de Universidades (aplicación 33.50.460A.752) y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR mediante un contrato Margarita Salas de la Universidad de Vigo

## "Química al revés: el aula invertida en 2º de Bachillerato"

**Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites<sup>1,2\*</sup>, Ana María Gayol González<sup>3</sup>, Nuvia María Reina Muñoz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Calle Juan de Quesada, 30, 35001, Las Palmas, España

<sup>2</sup>CPES Santa Catalina (Institutos Diocesanos), C/ Arístides Briand, 16, 35010, Las Palmas, España

<sup>3</sup>Universidade de Vigo, Física Aplicada, Grupo FA2, Ciencias del Mar, Lagoas-Marcosende Vigo, España

\*viviana.lucero@ulpgc.es

El aula invertida es una metodología educativa que ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata de un enfoque en el que los estudiantes adquieren conocimientos teóricos en casa a través de material educativo en línea, y luego aplican y profundizan en el conocimiento en el aula con la guía del profesor.

En el caso específico de la enseñanza de Química en 2º de Bachillerato, el uso del aula invertida ha demostrado ser especialmente efectivo. Al permitir que los estudiantes estudien los conceptos y teorías en su propio tiempo, se libera tiempo valioso en el aula para realizar actividades prácticas y experimentos, lo que ayuda a reforzar la comprensión y la aplicación del conocimiento. Además, la metodología ayuda a fomentar la autonomía y la responsabilidad del estudiante en su propio aprendizaje.

Numerosos estudios han demostrado la efectividad del aula invertida en la enseñanza de la Química en distintos niveles educativos (Khan, 2015; Stoyanov et al., 2017; Muñoz et al., 2018). En particular, el estudio de Muñoz et al. (2018) encontró que el uso del aula invertida en la enseñanza de la Química en Bachillerato mejoró significativamente la comprensión de los estudiantes al igual que su rendimiento académico.

En conclusión, el uso del aula invertida en la enseñanza de Química en 2º de Bachillerato (Asignatura EBAU) es una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes. Al permitir que los estudiantes adquieran conocimientos teóricos en su propio tiempo, se puede aprovechar mejor el tiempo en el aula para actividades prácticas y experimentos. Los resultados de varios estudios respaldan esta metodología como una opción viable y efectiva para la enseñanza de la Química.

### Agradecimientos

Agradecer a los autores de los estudios mencionados por su valiosa investigación y aportes en el campo de la educación. También agradecer a los profesores y educadores que han adoptado y promovido el uso del aula invertida en sus aulas, lo que ha ayudado a mejorar la calidad de la educación y el aprendizaje de los estudiantes.

### Referencias

- [1] Khan, A. (2015). Flipping the classroom: A concept analysis. *Journal of Educational Technology*, 1(1), 19-23.
- [2] Stoyanov, S., Kommers, P., & Hoogveld, B. (2017). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small groups: effects on academic performance and student satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(3), 254-263.
- [3] Muñoz, G. A., Túnñez-López, M., González, E. A., & González, L. A. (2018). La inversión del aula en la enseñanza de la química en bachillerato. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 49-55.

## La Historia de la Química en el marco de la Historia General de las Ciencias. Consideraciones para la enseñanza

Barrios, R.J.<sup>1\*</sup>, Hynes, C.<sup>1</sup>, González, R.<sup>1</sup> y De Boeck, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tucumán, Av. Aráoz 800, San Miguel de Tucumán, Argentina

\*didacticaresidencia.quimica@unt.edu.ar

Desde diferentes posicionamientos disciplinares se manifiesta la importancia de la historia de las ciencias. Estas apreciaciones destacan en el campo de la didáctica de las ciencias y la epistemología. Posicionados desde un enfoque histórico, en la enseñanza de las ciencias, permite evitar la atomización y la descontextualización de los contenidos, a su vez, posibilita el ejercicio de la vigilancia epistemológica en el proceso de transposición didáctica [1]. En epistemología el giro histórico, fundamentalmente, ha señalado que los compromisos ontológicos asumidos en la construcción de teorías están fuertemente influenciados por el contexto cultural. El propósito de esta ponencia es presentar un proceso de selección y organización de los contenidos para una asignatura de Historia de las Ciencias Naturales, enfocándose en los referentes a la historia de la química. La misma surge después de haber probado diferentes alternativas para abarcar la diversidad de contenidos de esta área de conocimientos.

La asignatura se organiza a través de tres ejes estructurales. Uno de ellos se denomina ontología de las ciencias [2]. Para la selección de los contenidos, en función del eje, se considera la organización de la materia en diferentes niveles con emergentes característicos en cada uno de ellos [3]. Teniendo en cuenta el eje ontología de las ciencias, se seleccionaron contenidos históricos en relación con el concepto de "materia elemental" y el nivel organizacional al cual se refiere. Así, el concepto de *elemento* en la antigüedad permite conceptualizarlo desde posturas comprendidas entre las de Tales y Aristóteles. En ese último, destaca la visión continuista de la materia y el principio de horror vacui. En contraposición, se desarrollan visiones atomistas, sobresaliendo la concepción discontinua. En la Edad Media, toma relevancia el concepto de *elemento* de Paracelso y Van Helmont. Para el análisis de la conceptualización de elemento en la época moderna se tiene en cuenta el posicionamiento de Boyle, en relación con su escepticismo, dada la diversidad de posiciones y a la imposibilidad empírica de encontrar una materia elemental; y el de Lavoisier. Para este científico, el elemento químico es homólogo a sustancia simple a la que se arriba por medio de la descomposición. Este planteo junto con la teoría de la combustión generó el espacio propicio para la revolución química del siglo XVIII, a la vez, que allanó el camino para la teoría de Dalton, en la que cada elemento se corresponde con un tipo de átomo. Las inconsistencias teóricas de la teoría atómica posibilitan diferenciar dos niveles de organización para el análisis histórico: el atómico y el molecular. El concepto de molécula en Avogadro supone una visión completamente nueva, dos átomos del mismo elemento químico pueden formar una nueva estructura, la molécula. Si bien Dalton no aceptó esta hipótesis, nos lleva a caracterizar la ingeniosa solución de Canizzaro. Considerando que la aceptación prácticamente universal de los átomos, por parte de la comunidad científica, se produce recién cuando se identifican partículas subatómicas, podemos analizar el modelo de Thomson en los inicios del siglo XX. A continuación, con el modelo atómico de Rutherford entra en escena una nueva organización: el núcleo atómico, a la vez que adquiere relevancia la teoría cuántica. La historia de los procesos nucleares nos permite desarrollar el modelo evolutivo de la formación de los elementos químicos, la utilización del Carbono-14 para la determinación de la edad de fósiles y la forma en la que se desarrolló el proyecto Manhattan. Esto permite abordar las aproximaciones de la época a problemas en torno a niveles organizacionales emergentes de la materia, como ser la teoría sobre el origen evolutivo de la vida de Oparin en 1924, y los modelos de organización de macromoléculas de Pauling y Watson y Crick, estableciendo así relaciones con la historia de la bioquímica. Consideramos que haber elegido como eje estructurante la ontología de la ciencia fue una herramienta heurística sumamente importante para poder abarcar la complejidad y diversidad de contenidos que involucra una materia destinada a la historia de las ciencias naturales.

### Referencias

- [1] La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Y. Chevallard, Buenos Aires, Aique, 2000.  
[2] Ontología I. M. Bunge, Barcelona, Gedisa, 2011  
[3] El yo y su cerebro. K. Popper, J. Eccles, Barcelona, Editorial Labor, 1993.

## Manualidades y fantasía: de Hogwarts al laboratorio de Química

**Sergio Fuentes Antón<sup>1,\*</sup> y Ana Fraile Sánchez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila (USAL), C/ Madrigal de las Altas Torres, 3, 05003, Ávila, España

<sup>2</sup>Instituto de Educación Secundaria Sierra del Valle, Av. Dr. Martín Lázaro, 35, 05430 La Adrada, Ávila, España  
\*u87950@usal.es

La Química ha estado presente en la literatura y el cine desde hace varias décadas. Ya sea un libro, una serie de animación o una película de superhéroes en la gran pantalla [1], hay gran cantidad de aspectos relacionados con la Química que los docentes pueden aprovechar para usar en sus clases.

En esta comunicación se propone una metodología en la que se adaptan ciertos aspectos de la obra de fantasía Harry Potter, relacionando magia, hechizos, pociones y otros aspectos ficticios, con la enseñanza de la química a través de un camino que la gran mayoría de alumnos conocen.

Como escenario de actuación y puesta en práctica, se eligió a los alumnos matriculados en la asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica II, presente en segundo curso del grado en Maestro en Educación Primaria y Doble grado en Maestro en Educación Infantil y Primaria de la Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila (Universidad de Salamanca - USAL). El inicio de la propuesta tuvo lugar a lo largo del curso académico 2021-2022, continuándose en el presente curso 2022-2023, debido a los resultados positivos obtenidos a lo largo de la evaluación continuada.

Para ello, al inicio de la asignatura, se dividió a la totalidad de alumnos en cuatro grupos, de manera similar a las cuatro casas del Colegio Hogwarts de magia, pero en esta ocasión se crearon para dicha metodología cuatro casas propias, completamente originales. Esto favoreció un ambiente de interés y colaborativo, ya que cada cierto tiempo, ciertas actividades o ciertos comportamientos, los miembros de cada una de las cuatro casas o grupos podían ganar puntos, que se traducían en un beneficio de cara al examen de la asignatura al final de curso.

De esta manera, incluso un alumnado desinteresado o desmotivado por las asignaturas de ciencias, se vio atraído por una temática conocida, divertida e interesante, creando una atmósfera lúdica [2], pero aplicando conocimientos adquiridos y llevados a cabo en clase o el laboratorio, e incluso, trabajos entre los propios alumnos.

La mecánica, además, cuenta con elementos de la gamificación [3] al ponerse en juego diversas insignias que los estudiantes obtenían al superar determinadas pruebas escritas y prácticas, engrosando los marcadores de puntos y compitiendo entre ellos de una manera sana, a la vez que podían colaborar para obtener un premio común.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la implicación del personal de la Escuela de Educación, así como a todos los alumnos de segundo de grado matriculados en la asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica II.

### Referencias

[1] Crewe, D. *Screen Education*, 92 (2019) 22-29.

[2] Araoz, M., y Olguín, V. *Revista de enseñanza de la física*, 33 (2021) 1-10.

[3] Pho, A., y Dinscore, A. *Tips and trends*, (2015) 1-5.

## El *currículum* prescrito de Química en Argentina. Dos problemáticas surgidas a partir de la extensión de la obligatoriedad

Barrios, R.J.<sup>1\*</sup>, González, R. E, Palacios, A. C.<sup>1</sup> y Roppolo, M.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tucumán, Av. Aráoz 800, San Miguel de Tucumán, Argentina

\*rubenjbarrios@gmail.com

El último cambio de sistema educativo en la Argentina se implementó a partir de la Ley Nacional de Educación N° 26.206. Las características más relevantes de la nueva Ley son la extensión de la obligatoriedad (de 10 a 13 años), la inclusión de destinatarios vulnerados, nuevos formatos de enseñanza, nuevas concepciones de la evaluación, entre otras. El objetivo de esta ponencia es presentar la estructura del *currículum* de la Escuela Secundaria, en relación con el espacio curricular Química, y analizar dos problemáticas en relación a la misma: creaciones didácticas y prescripción con sugerencias para la eliminación de contenidos tradicionales, como la formulación y la nomenclatura. Utilizamos como herramienta metodológica el análisis de documentos.

La escuela secundaria obligatoria está organizada en dos ciclos: básico y orientado. El nivel de prescripción curricular nacional, propuesta del Ministerio de Educación de la Nación, es presentado a través de núcleos de aprendizaje prioritarios (NAP)[1]. El eje estructurante del Ciclo Básico, para Química, se denomina “en relación con los materiales y sus cambios”. El ciclo orientado está estructurado con dos ejes: “en relación con las propiedades, estructura y usos de los materiales” y “en relación con las transformaciones químicas de los materiales”. En los NAP del ciclo básico se enuncia: “utilización del modelo cinético – corpuscular para explicar algunas características de los estados de agregación”. Por otra parte, en el de ciclo orientado, para el segundo eje, se expresa: “se pretende que, a través de ejemplos concretos que correspondan siempre a sustancias y reacciones reales, se identifique la información que puede brindar una fórmula o una ecuación química, superando la mecánica tradicional de formuleo y nomenclatura, que no hace aportes sustanciales a la formación del ciudadano”. En estas transcripciones seleccionadas inferimos dos problemáticas importantes: en la primera, el cambio de nombre de una teoría científica, cinético molecular por cinético corpuscular, produciéndose una sustitución de objeto de conocimiento. Se podría pensar que corpúsculo es un término más abarcativo que molécula, pero este incluye otros tipos de organizaciones materiales, como electrones, quarks, partículas sólidas, etc. Además, consideramos que una prescripción curricular no sería el ámbito adecuado para esta discusión. En la segunda transcripción, es importante considerar: 1) Ejemplos concretos involucra dejar de lado generalizaciones, mayoritariamente incorrectas. A partir de una lectura de lo escrito y no enunciado, pero a la vez intencionado, puede inferirse que ciertos contenidos que formaban parte de la enseñanza tradicional de la química en las escuelas secundarias deben ser dejados de lado. Podemos interpretar esta situación desde la intersección de dos conceptos, *currículum* nulo [2] y *currículum* oculto [3]. Se puede inferir la intencionalidad de que estos contenidos tradicionales queden fuera del *currículum*, es decir, pasarían a formar parte del *currículum* nulo. Por otra parte, el *currículum* oculto se enseña, pero no se establece como conocimiento a enseñar. Las prácticas tradicionales de la enseñanza de la química ponen el énfasis en las fórmulas y sus nombres y debido a la fuerza de esta tradición se seguirán enseñando por lo que formarán parte del *currículum* oculto de la enseñanza de la química, como está ocurriendo en la práctica. Lo que observamos que con esta supuesta imposición se produjo un cambio de tipo de *currículum*, de escrito a oculto. 2) Establecer “que no hace aportes a la formación del ciudadano” está marcando que no corresponde a una enseñanza general como la que se requiere para una educación obligatoria. Consideramos que es un argumento de peso, que justifica plenamente la pretendida eliminación de estos contenidos del *currículum* prescrito.

Del análisis llevado a cabo podemos concluir que la obligatoriedad plantea importantes problemas vinculados con la selección de contenidos educativos. Cambiar de una concepción de sujeto reproducción a un sujeto de derecho nos lleva a replantearnos los inconvenientes de las tradiciones educativas, centradas en la selección más que en la permanencia y egreso de los estudiantes.

### Referencias

- [1] Núcleos de aprendizaje prioritarios. Campo de formación general ciclo orientado de educación secundaria. Ciencias naturales. Ministerio de Educación, 2012.
- [2] The educational imagination. On the design and evaluation of school programs. E. Eisner, New York, Mc Millan Publishing, 1985.
- [3] La escuela cotidiana. E. Rockwell (Coord.), México, Fondo de cultura económica, 1997.

## Gamificación en Química

**Ana María Gayol González<sup>1,2,3,4,\*</sup>, Juan José Sanmartín Rodríguez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Colegio y Asociación de Químicos de Galicia - España

<sup>2</sup>CIFP Compostela, Xunta de Galicia, Lamas de Abade s/n, 15703 Santiago de Compostela, España.

<sup>3</sup>Universidade de Vigo, Departamento de Física Aplicada, FA2, Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo. España

<sup>4</sup>Universidad Francisco de Vitoria, Facultad de Derecho.28223 Pozuelo de Alarcón. España

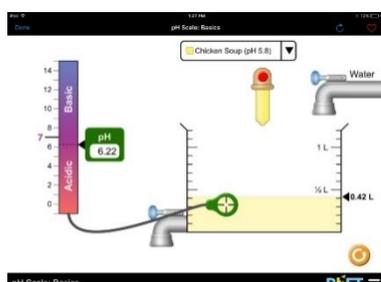
\*[anagayol.congresos@gmail.com](mailto:anagayol.congresos@gmail.com)

La gamificación es el aprendizaje mediante técnicas de juego para desarrollar, adquirir habilidades, mediante determinados juegos. El juego se elige en función de la asignatura y campo que se desea desarrollar. En el caso de comprobar el aprendizaje de la materia una buena técnica es el uso de Kahoot. De esta manera se puede evaluar el aprendizaje continuo del alumnado, para lo cual es necesario un buen manejo de las TICs.

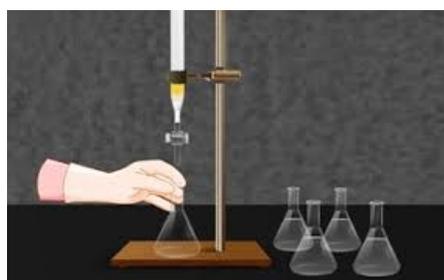
En Química las mejores aplicaciones son Phet Interactive Simulations [1], Virtual Amrita Labs [2], o Educaplus [3] debido a que se juega con animaciones, además de poder acceder a un laboratorio virtual, en este se realizara una simulación de practica y se puede hacer la práctica tanto en grupo, como individualmente. En este paso el alumnado puede poner en juego los conocimientos adquiridos previamente.

Actualmente la sociedad se encuentra con problemas de obesidad debido a su forma de vida, en este momento se puede proponer una práctica para ver qué tipo de alimentación [4] se lleva a cabo y la actividad física.

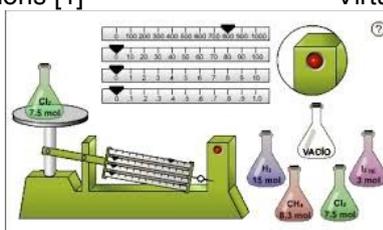
**Fig.1** Software de simulación



Phet Interactive Simulations [1]



Virtual Amrita Labs [2]



Educaplus [3]

### Palabras clave

Gamificación, aplicaciones, simulación, química, laboratorio virtual.

[1] <https://geekdad.com/2016/11/phet-interactive-app/>

[2] <https://www.amrita.edu/project/virtual-amrita-laboratories-universalizing-education-value/>

[3] <http://www.educaplus.org/gases/balanzayuda.html>

[4] J.J. Serrano Pérez, Enseñanza de la Química, Anales de Química, 114 (2018) 40.

## **FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA**

## Uso de las TIC's y la gamificación en el aula como elementos fundamentales en la comunicación oral del alumnado

**D. Rodríguez-Gómez<sup>\*1,2</sup>, M.I. Rodríguez-Cáceres<sup>1</sup>, N.M. Mora-Díez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura,  
Av. Elvas, s/n, 06006, Badajoz (España)

<sup>2</sup>Departamento de Física y Química del IES Loustau-Valverde, Av. Diputación, s/n, 10500 Valencia de Alcántara  
(Cáceres, España)

\*[danielrg@unex.es](mailto:danielrg@unex.es)

En la actual ley educativa L.O.M.L.O.E. los alumnos de primero de bachillerato que cursan la materia optativa de Física y Química deben adquirir seis competencias específicas. Concretamente la quinta promueve *“trabajar de forma colaborativa en equipos diversos, aplicando habilidades de coordinación, comunicación, emprendimiento y reparto equilibrado de responsabilidades, para predecir las consecuencias de los avances científicos y su influencia sobre la salud propia y comunitaria y sobre el desarrollo medioambiental sostenible”*; que conectan con los descriptores STEM<sub>3</sub>, STEM<sub>5</sub>, CPSAA<sub>3.1</sub>, CPSAA<sub>3.2</sub><sup>[1]</sup>

Con objeto de hacer más atractiva la asignatura y conseguir la motivación del alumnado para alcanzar la competencia específica anteriormente mencionada, se diseñó una actividad dinámica y cooperativa donde los alumnos fueron el centro de dicha actividad. Antes de su puesta en marcha se realizó un análisis DAFO<sup>[2]</sup> para comprobar la viabilidad de la actividad y prever soluciones a los problemas que pudiesen aparecer.

La actividad consistió en una exposición oral de una parte de una unidad didáctica. El alumnado había recibido previamente las fuentes de información y las rúbricas de evaluación tanto de la exposición oral como del medio audiovisual empleado para la presentación (Canva, Libre Office, Genially, etc.). Los grupos se organizaron por emparejamiento aleatorio a partir de la lista de clase. Tras la exposición oral se realizó un juego de gamificación (Kahoot, Sócrates y Quizizz) para comprobar que sus compañeros habían comprendido los contenidos que habían sido transmitidos mediante la exposición oral con la ayuda de la presentación audiovisual. Además, se realizó una coevaluación por parte del resto del alumnado.

Finalmente, se pasó al alumnado de forma anónima, un cuestionario compuesto por catorce ítems para verificar el nivel de consecución de dicha competencia. Se encontró que el uso de gamificación y las TIC's mejoró el aprendizaje autónomo, la autodisciplina, el trabajo cooperativo y el miedo a comunicarse en lenguaje científico.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración y entusiasmo por parte del alumnado de primero de bachillerato de Física y Química del IES Loustau-Valverde.

### Referencias

- [1] <https://educagob.educacionyfp.gob.es/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/bachillerato/materias/fisica-quimica/competencias-especificas.html>
- [2] K. Exley y R. Dennick, “Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior”, Ed. Narcea, S.A. (2007), Pág. 68-69.

## IMAGEN CORPORATIVA, MAQUETACIÓN DE PUBLICACIONES CON CANVA Y GENIALLY PARA EL USO PEDAGÓGICO Y PROFESIONAL

**Juan José Sanmartín Rodríguez<sup>1,\*</sup>, Ana María Gayol González<sup>1,2,3,4</sup>**

<sup>1</sup>Colegio y Asociación de Químicos de Galicia - España

<sup>2</sup>CIFP Compostela, Xunta de Galicia, Lamas de Abade s/n, 15703 Santiago de Compostela, España.

<sup>3</sup>Universidade de Vigo, Departamento de Física Aplicada, FA2, Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo. España

<sup>4</sup>Universidad Francisco de Vitoria, Facultad de Derecho.28223 Pozuelo de Alarcón. España

\*[juan@juansanmartin.net](mailto:juan@juansanmartin.net)

En la actualidad, tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en el ámbito laboral las plataformas digitales Canva y Genially están ganando mucha popularidad debido a su flexibilidad, permitiendo crear diseños personales, tanto educativos como profesionales. En esta vertiente, se identifica dentro de sus principales ventajas que no se necesitan grandes conocimientos para su uso, siendo interfaces intuitivas y fáciles, con modelos y elementos multimedia que se pueden agregar. En función del anterior, el uso de las mismas, permite realizar trabajos tanto en el ámbito pedagógico como en el profesional y conseguir unos resultados atractivos que motivan a los espectadores en cuanto a la presentación de la imagen y de la información. Además de eso, el estudiante puede ilustrar de forma simple un trabajo de aula, máster, doctorado con diferentes elementos como portadas, infografías gráficas, etc... mejorando la presentación y por tanto el atractivo del trabajo sin restarle rigurosidad. También, en el ámbito profesional, darle un formato a una documentación para presentar a un cliente, empresa o presentar un curriculum atractivo y novedoso para obtener optar a un puesto. Por esta razón, esta investigación tiene como objetivo explicar la importancia y aplicabilidad de Canva y Genially teniendo en cuenta su capacidad formativa e ilustrativa. Para lo cuál se emplea métodos de nivel teórico y empíricos cómo: análisis-síntesis, inducción-deducción, hipotético-deductivo y la entrevista semiestructurada. Tanto Canva como Genially han sido herramientas empleadas en trabajos realizados para el Colegio y la Asociación de Químicos de Galicia con resultados muy positivos en eventos internacionales como el XXVI Encuentro Gallego-portugués de Química (Congreso Internacional), el Encuentro Nacional de Docentes, la Olimpiada de Química, etc... para la elaboración de pósteres, banners, infografías interactivas, certificados de reconocimiento y acreditación de las formaciones y permiten la realización de presentaciones animadas dando la posibilidad de inserción en web.

En el ámbito docente, la presentación de la información mejora con estas herramientas, pudiéndose realizar presentaciones más dinámicas que pueden compartirse y ser colaborativas de una forma sencilla. Además de poseer una gran variedad de elementos para facilitar la información al alumnado como imágenes interactivas, posters, infografías, etc... En este trabajo también se incluye el trabajo Global Education Network, donde se ha trabajado en los certificados acreditativos de los webinars, manteniendo una estructura común a cada bloque que permite identificar una relación común pero a la vez diferenciada de los mismos. Creando también una imagen para los formularios que acompañan a dichas formaciones.

### Palabras clave

Imagen, aplicabilidad, pedagógico, formativa, profesional.

### Agradecimientos

Agradecer al Colegio y la Asociación de Químicos de Galicia la confianza mostrada en estos últimos años a la hora de permitirme elaborar la imagen de los eventos que realiza.

### Referencias

[1] [www.canva.com](http://www.canva.com)

[2] [www.genial.ly](http://www.genial.ly)

[3] Algunos trabajos [bit.ly/ISPOCABN](https://bit.ly/ISPOCABN)

## Explicando, como transposición didáctica, los conceptos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

**Tomás R. Tovar Júlvez**

Área de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior de Zamora,  
Universidad de Salamanca, Av. de Requejo, 33, 49029 Zamora, España  
*manana@usal.es*

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) son conceptos importantísimos en Química Ambiental, ya que expresan la cantidad de contaminación orgánica en las aguas residuales, empleándose no sólo como parámetro analítico o ambiental, sino también como término en el dimensionado de sistemas de depuración de aguas contaminadas.

Su comprensión no reviste mayor dificultad en el alumnado con una buena base en Química (sobre todo) y Biología. El problema surge cuando esa base no es sólida. Nada extraño si en el Bachillerato no se han cursado estas materias y además están suspensas en los primeros cursos de la titulación universitaria cursada (se "arrastran", en la jerga estudiantil), nada extraño en algunas ingenierías. Si el alumnado aprende estos conceptos de manera deficiente, los empleará de forma deficiente. Puede que los aprenda de manera mecánica y repetitiva, pero, claro está, que esto no es lo mismo que saberlos y entenderlos en profundidad.

A veces se da por sentado que los alumnos tienen la base suficiente para entender todo lo que explica el profesorado y que su formación es homogénea, cuando, por el contrario, en una misma aula se encuentran discentes con distintas especialidades cursadas en el Bachillerato, y con distintos niveles de conocimiento, según las asignaturas de la titulación universitaria previamente superadas.

Por todo ello, conviene buscar una estrategia didáctica que permita que los alumnos con deficiente base química y biológica entiendan adecuadamente los conceptos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), y la relación entre estos, sin que, por otra parte, a los que sí la tienen les resulte monótona la sesión o el método de aprendizaje, más, por el contrario, les sea amena la explicación, al tiempo que les sirve de repaso o recordatorio de otros conceptos importantes.

La experiencia docente muestra que merece la pena invertir tiempo y esfuerzo en que estos conceptos queden bien claros, ya que sin una buena base de Química Ambiental no se puede entender la Ingeniería Ambiental.

### Referencias

- [1] J.M. Alfayate Blanco, M.N. González Delgado, C. Orozco Barrenetxea, A. Pérez Serrano, F.J. Rodríguez Vidal. Contaminación ambiental. Una visión desde la química. Paraninfo, Madrid, 2003.
- [2] X. Domenech, J. Peral. Química Ambiental de sistemas terrestres. Reverté, Barcelona, 2006
- [3] Gerard Kiely. Ingeniería Ambiental. McGraw Hill, Madrid, 1999.
- [4] B.H. Kiepper. Understanding Laboratory Wastewater Tests: I. Organics (BOD, COD, TOC, O&G). University of Georgia, Athens, 2013. <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=C992>
- [5] S.E. Manahan. Environmental Chemistry. Lewis, Boca Raton, 1994.
- [6] Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw Hill, Madrid, 1999.  
E. Ronzano, J.L. Dapena. Tratamiento biológico de las aguas residuales. Díaz de Santos, Madrid, 1995.

## Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química

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

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

\*josepcentelles@ub.edu

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.

### 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 Aauri, E. Moreno. En: Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global. Editorial Dykinson, S.L., 2022. Cap 39, 769-790.
- [2] J.J. Centelles, E. Moreno, P.R. de Aauri. En: Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global. Editorial Dykinson, S.L., 2022. Cap 38, 791-809.
- [3] S. Marín, P.R. de Aauri, E. Moreno, S. Pérez-Torras, J. Farràs, S. Imperial, M. Cascante, J.J. Centelles. International Journal on Engineering, Science and Technology, 3 (2021) 155-164.

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

## “Ludo Educativo”: A multidisciplinary playful teaching-learning tool for all ages

**Amanda F. Gouveia<sup>1,\*</sup>, Marcelo Petrucelli<sup>2</sup>, Leandro D. A. Conti<sup>2</sup>, Elson Longo<sup>3</sup>, Juan Andrés<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Analytical and Physical Chemistry, University Jaume I, Castelló 12071, Spain

<sup>2</sup>Aptor Consultoria e Desenvolvimento de Software, São Carlos 13566-280, Brazil

<sup>3</sup>Center for the Development of Functional Materials, Federal University of São Carlos, São Carlos, Brazil

\*gouveiad@uji.es

The interruption of face-to-face teaching for several months in schools all around the world caused a change in the way of working, especially in the education. Students and teachers were obligated to work within virtual classes. “Ludo Educativo” consist in a totally free portal of educational games in which covers a multidisciplinary range of topics and disciplines [1]. The games are divided into two groups: “Ludo Educa”, in which specific learning areas are developed such as health, culture, logic and the environment; and “Ludo Escola”, where there is a focus on classroom subjects (chemistry, biology, geography, physics, history, and mathematics). This website tab in the portal allows the creation of classrooms for distance courses, promoting an unprecedented experience in multidisciplinary teaching. Therefore, for teachers who want to set up activities aimed at students, they will be able to use all the resources of “Ludo Escola”. In it, courses with objective questions could be created. Thus, the students can be answer while having fun, as in a board game. To gain access, the teacher only needs to register on the platform, which will give access to different reports, inherent to the course, room, and student, in order to analyze the performance of their students, in view of the subjects covered in the course and the progress of each one in the modules.

“Ludo Educativo” was developed from a joint initiative by Aptor Software and the Center for the Development of Functional Materials (CDMF) at Federal University of São Carlos, Brazil. In the present communication, this multidisciplinary playful teaching-learning tool was introduced and developed in Spain through the Department of Physical and Analytical Chemistry of the University Jaume I.

### Acknowledgments

This work was supported by Generalitat Valenciana, Universitat Jaume I, and São Paulo Research Foundation (FAPESP, grant number 2013/07296-2). A.F.G. acknowledges the Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital) for the postdoctoral contract (CIAPOS/2021/106). J.A. acknowledges Universitat Jaume I (project UJI-B2019-30), and Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital – project CIAICO/2021/122) for financially supporting this research.

### Referencias

[1] <https://www.ludoeducativo.com.br/pt/>

## Metodología de enseñanza para la elaboración de un diseño experimental aplicado a la síntesis de terpiridinas

**Daniel A. Fajardo<sup>1</sup>, Luis A. Lenis<sup>1,\*</sup>, Danny A. Arteaga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad del Cauca, Sector Tulcán - Edificio Antiguo Liceo Carrera 3 No. 3N-100, Popayán, Colombia  
\*qolenis@unicauca.edu.co

El Diseño de Experimentos (DDE) en química puede ser considerado como un proceso estadístico, que busca optimizar reacciones mediante la variación al mismo tiempo de factores que permitan mejorar la respuesta estudiada [1]. Por lo tanto, se hacen evidentes las ventajas que puede generar el aplicar esta técnica por ejemplo a procesos de síntesis. Aun así, este proceso es muy usado en la industria, pero en menor medida en la academia, donde se prefiere aplicar un enfoque OFAT (One-Factor-At-Time, un factor a la vez) que no aprecia las interacciones entre factores [2] y generalmente hace gastos altos de reactivos y/o solventes, lo que restringe la cantidad de experimentos a realizar y por ende los resultados no llegan a ser tan relevantes como los generados en un DDE. De este modo, una buena forma de que los estudiantes adquieran conocimiento estadístico para afrontar los desafíos experimentales que encontrarán en su proceso de aprendizaje, es la elaboración de un DDE aplicado a una reacción que ya ha sido estudiada ampliamente como lo es la ruta de Kröhnke para síntesis de terpiridinas. Y es que estos compuestos son de gran interés debido a su capacidad para actuar como ligandos de cationes metálicos además de presentar características que permiten su uso en ciencia básica y aplicada, [3] catálisis, medicina, optoelectrónica, [4, 5] entre otros. Adicionalmente, aplicar un DDE a esta ruta sintética junto con un calentamiento más amigable con el medio ambiente como lo es la radiación microondas, puede mitigar los bajos rendimientos y altos tiempos de reacción obtenidos por calentamiento convencional [6, 7].

En este trabajo se describe una metodología educativa para la apropiación por parte de los estudiantes y docentes de un diseño experimental, en este caso 3x2 aplicado a la síntesis de una serie de 4'-aril-2,2':6',2''-terpiridinas mediante calentamiento por radiación microondas y haciendo uso de la metodología de Kröhnke. Para esto, se evalúan las variables potencia de las microondas (PMO) y tiempo de irradiación (TI). Estos parámetros son fundamentales en la búsqueda de mejorar los rendimientos para la reacción. Todo esto se realiza mediante una secuencia didáctica como metodología de enseñanza-aprendizaje para la elaboración paso a paso de un DDE. Adicionalmente, los compuestos obtenidos se caracterizan por medio de técnicas espectroscópicas y espectrofotométricas.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del Grupo de Investigación Química de Productos Naturales (QPN), del Departamento de Química en el marco del proyecto con ID-5407, financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones (VRI) de la Universidad del Cauca (501100005682).

### Referencias

- [5] P. Murray, F. Bellany, L. Benhamou, D. Bučar, A. Tabor, T. Sheppard, *Organic and Biomolecular Chemistry*, 14 (2016) 2373-2384.
- [6] C. Taylor, A. Baker, M. Chapman, W. Reynolds, K. Jolley, G. Clemens, G. Smith, A. Blacker, T. Chamberlain, S. Christie, B. Taylor, R. Bourne, *Journal of Flow Chemistry*, 11 (2021) 75-86.
- [7] L. Cao, Q. Xu, S. Zang, H. Hou, T. Mak, *Crystal Growth and Design*, 13 (2013) 1812-1814.
- [8] H. Ozawa, Y. Yamamoto, H. Kawaguchi, R. Shimizu, H. Arakawa, *ACS Applied Materials and Interfaces*, 7 (2015) 3152-3161.
- [9] D. Zych, A. Slodek, M. Matussek, M. Filapek, G. Szafraniec-Gorol, S. Maślanka, S. Krompiec, S. Kotowicz, E. Schab-Balcerzak, K. Smolarek, S. Maćkowski, M. Olejnik, W. Danikiewicz, *Dyes and Pigments*, 146 (2017) 331-343.
- [10] Diseño, síntesis y estudios electrónicos de nuevos sistemas fotoactivos basados en el modelo dador- $\pi$ -aceptor y su aplicación en electrónica orgánica y en celdas solares sensibilizadas por pigmentos [Tesis Doctoral]. D. Arteaga, Santiago de Cali, Universidad del Valle, 2014.
- [11] J. Wang, G. Hanan, *Synlett*, 8 (2005) 1251-1254.

## TICs e Investigación Formativa en Espacios Virtuales

**Ma. Teresa de J. Rodríguez S.<sup>1\*</sup>, Minerva Monroy B.<sup>1</sup>, Carolina Flores A.<sup>1, 2</sup>, Dante A. Piña V.<sup>3</sup>, Paola M. Herrera Ch.<sup>3</sup>, Leyre C. Cañibe G.<sup>3</sup>, Josué Romero M.<sup>3</sup>, Sinuhé M. Porras F.<sup>3</sup>, Alejandra Cervantes V.<sup>3</sup>, Karla C. Serralde Rmz.<sup>3</sup>, Juan J. Hernández S.<sup>3</sup>, Viviana García M.<sup>3</sup>, Rubén Á. Pérez P.<sup>3</sup>, Sebastián Dimas Rmz.<sup>3</sup>, Ma. Fernanda Leyvas A.<sup>3</sup>, Natanahel Flores Glz.<sup>3</sup>, Emma F. Méndez S.<sup>3</sup>, Esperanza E. Mendoza S.<sup>3</sup>, Oscar U. Rodríguez P.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química Analítica, Facultad de Química (FQ), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad Universitaria, CDMX, México, CP 04510, <sup>2</sup> Depto de Farmacia, FQ, UNAM, <sup>3</sup> Facultad de Química, UNAM, \*mtjrs,papime2020@gmail.com / mtjrs@quimica.unam.mx

El proceso enseñanza-aprendizaje se favorece por la Investigación Formativa, Seminarios y las Tecnologías de la Información y Comunicación [1,2,3]. Se presentan los resultados de la aplicación intrínseca de estas herramientas en temas relacionados con la Química Analítica a través de diversas actividades formativas realizadas por alumnos de la Facultad de Química. La Tabla 1 describe el material desarrollado (2019 -2022) que se puede visualizar en el sitio AMyD [4]: <https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=459>

**Tabla 1.** Material desarrollado en temas relacionados con la Química Analítica por alumnos de FQ,UNAM.

Tema	Material desarrollado	Estudiante	Carrera
Preparación de Disoluciones			
Construcción de Escalas de Potencial su Aplicación a la Predicción de Reacciones	- Propuesta audiovisual de práctica (Adaptada [5]) - Seminario Estudiantil de Docencia e Investigación Formativa (SEDIF) - Congreso LatinXChem (plataforma Twitter)	Porras F., S.M. <sup>a</sup>	Quím de Alimentos (Q.A.)
Equilibrios Ácido-Base-Indicadores (Antocianinas)	- Exposición de Orientación Vocacional (OV) "Al encuentro del mañana-Química entre nosotros" (FQ)	Romero M., J. <sup>a</sup>	Química (Q.)
Solubilidad y Producto de Solubilidad		Cañibe G., L.C. <sup>a</sup>	Q. Farm. Biol. (Q.F.B.)
Espectrometría de Absorción Atómica. Determinación de plomo en cosméticos en polvo (sombra de ojos)	- Exposición OV	Méndez S., E.F. <sup>b</sup>	Bachillerato
Espectroscopía de Infrarrojo Medio (IRM). Cafeína en productos comerciales. Mirada Infrarroja al Café		Mendoza S., E.E. <sup>ac</sup>	Q.
Método Sustentable para la Síntesis de Nanopartículas de Plata (Ag-NP's) con extracto de Aloe Vera (Av)	- Exposición SEDIF	Flores Glz, N. <sup>c</sup>	Q.
Química Analítica Sustentable y Espectrofotometría (Rango Visible)-PAPIME 205822	- Exposición SEDIF - Infografía - Poster- LatinXChem	Herrera Ch., P.M.; Dimas Rmz., S. <sup>c</sup>	Q y QA
Espectrofotometría rango UV-Vis para la determinación de capacidad de adsorción de hierro en alga Wakame, desde la química verde (PE205822)	- Poster -Prog. Estancias Cortas de Invest. (PECI) - Poster- LatinXChem	Leyvas A., M.F.; Rodríguez P., O.U. <sup>b</sup>	Q.
Isótopos Estables: Trazadores en el Área Médica-Nutricional	- Exposición SEDIF - Infografía	Pérez P., R.A. <sup>c</sup>	Q.
Energías Renovables: Alternativa Energética en México, Legislación y Normatividad Ambiental		Piña V., D.A. <sup>d</sup>	Ingeniería Química (I.Q.)
Impacto Ambiental de la Fracturación Hidráulica empleada en los Sistemas Geotérmicos Mejorados (EGS) y la Recuperación Mejorada del Petróleo (EOR)	- Exposición SEDIF - Poster-LatinXChem	Serralde Rmz, K.C. <sup>d</sup>	I.Q.
Biocombustibles a partir de macroalgas, en marco de sustentabilidad ambiental	- Exposición OV - Poster-LatinXChem	Hernández L., J.J. <sup>d</sup>	Q.F.B.
Geotermia: Impacto Ambiental	- Exposición SEDIF - Poster-LatinXChem	García M., V. <sup>d</sup>	Q.
Precursores Geoquímicos en Sismos y Erupciones Volcánicas	- Exposición OV - Infografía - Exposición SEDIF	Cervantes V., A. <sup>d</sup>	QFB

<sup>a</sup> Servicio Social, <sup>b</sup> Estancia Corta de Investigación, <sup>c</sup> Estancia Estudiantil de Investigación, <sup>d</sup> Trabajo Monográfico de Actualización

### Agradecimientos

Dra. Araceli P. Peña Alvarez (Depto. de Química Analítica, FQ, UNAM), Mta. Iliana Zaldívar C., Pedro D. Castillo G. y Proyecto PAPIME DGAPA/UNAM PE205822.

### Referencias

- [1] M.E. Asis L., E. Monzón B., E. Hernández M. Investigación formativa para la enseñanza y aprendizaje en las universidades, MENDIVE. Revista de Educación 20 (2022) 2, 675-691
- [2] R. Barros M., R.A. Cadena A., M.G. Mariño R., G. Jara R., J.Cusme V. Investigación Formativa y las TICS en Educación, 1a ed., Ediciones Grupo Compás, Ecuador, 2019
- [3] C.N. Piña L., A. Seife E., C.M. Rodríguez., El seminario como forma de organización de la enseñanza, MediSur 10 (2012) 2, 109-116
- [4] Secretaría de Planeación e Informática, Administrador de Manuales y Documentos, Facultad de Química, UNAM, México, 2023
- [5] M.C. Sansón O., J.C. Aguilar C., Ma. del R. Covarrubias H., A. Queré Th., O. Zamora Mtz, Ma. T. Rodríguez S., S.M. Ocampo A., J.J. Monarca Rdz., Manual de Prácticas de Química Analítica 1. Clave 1402, 1a ed, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2009

## **PRÁCTICAS DE QUÍMICA**

## Practica de laboratorio para elaborar perfumes

**Ana María Gayol González<sup>1,2,3,4,\*</sup>, Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites<sup>5,6</sup>**

<sup>1</sup>Colegio y Asociación de Químicos de Galicia - España

<sup>2</sup>CIFP Compostela, Xunta de Galicia, Lamas de Abade s/n, 15703 Santiago de Compostela, España.

<sup>3</sup>Universidade de Vigo, Departamento de Física Aplicada, FA2, Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo. España

<sup>4</sup>Universidad Francisco de Vitoria, Facultad de Derecho.28223 Pozuelo de Alarcón. España

<sup>5</sup>Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Calle Juan de Quesada, 30, 35001, Las Palmas, España

<sup>6</sup>CPES Santa Catalina (Institutos Diocesanos), C/ Arístides Briand, 16, 35010, Las Palmas, España

\*anagayol.congresos@gmail.com

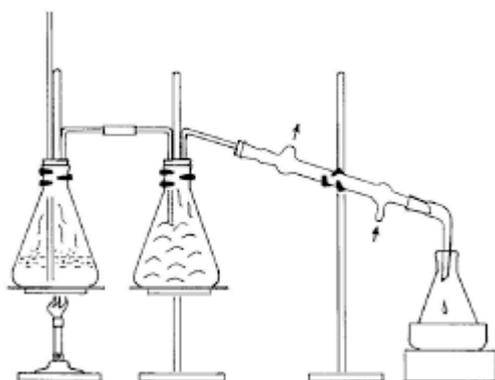
El perfume se elabora a partir de alcohol, aceites esenciales y una sustancia fijadora. Su característica principal es el aroma duradero y agradable que produce. Es importante tener en cuenta la diferencia entre eau de perfume, eau de toilette y colonia, porque la diferencia básica está en el contenido de fragancia en cada uno de ellos, y como resultado final la duración de ese olor. En la tabla 1 se muestran los % de aceites esenciales, alcohol y duración.

**Tabla 1.** Características de las fragancias

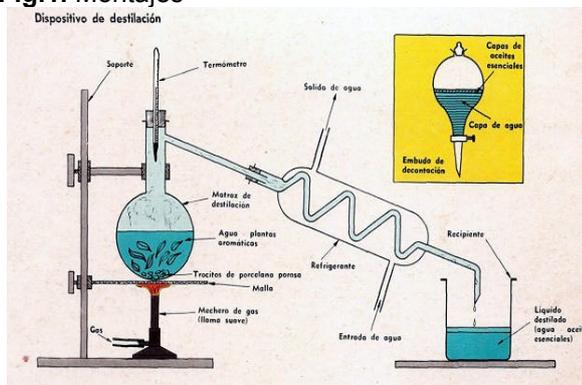
Tipo	% Etanol	% aceite esencial	Duración (h)
Agua de perfume <sup>a</sup>	80-89	15-20	6-8
Agua de colonia <sup>a</sup>	90-96	8-15	4-6
Agua de colonia <sup>a</sup>	90-96	2-7	2

<sup>a</sup> Texto de la nota, si es necesario [Arial 8 pt].

Mediante un proceso de destilación [1,2] se puede obtener el aceite esencial que posteriormente se utiliza en la síntesis como se muestra en la figura 1.



**Fig.1.** Montajes



### Palabras clave:

Perfume, practica, síntesis, destilación, aceite

### Referencias

- [1] C.Vazquez, Innovación y Experiencias Educativas, 2009, ISSN 1988-6047.  
 [2] <https://monsieurperfume.wordpress.com/2017/06/02/historia-del-perfume/>

## Postimpresionismo, furanchos y el principio de Le Châtelier

**Ángel Vidal-Vidal<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Facultade de Ciencias (Dpto. de Química Física), Universidade de Santiago de Compostela, Campus de Lugo. Avda. Alfonso X El Sabio s/n, 27002 Lugo, Galicia, Spain

\*[angel.vidal.vidal@usc.es](mailto:angel.vidal.vidal@usc.es)

La rivalidad entre ciencias y humanidades es un tema que ha sido objeto de debate histórico, y continúa siéndolo en la actualidad. Aunque parecen ser dos campos de estudio completamente diferentes, en realidad tienen múltiples puntos de intersección, de hecho, se complementan entre sí de tal forma que son ambos ámbitos son indispensables para lograr obtener una comprensión más profunda y completa del mundo en el que vivimos.

Observación, experimentación, innovación, creatividad y curiosidad son tan solo algunos de los aspectos que tienen en común. Resulta muy interesante para el aula de Bachillerato y Universidad explorar las sinergias existentes entre ambos campos de conocimiento realizando secuencias didácticas interdisciplinares que pongan de manifiesto que el conocimiento no es un elemento estanco restringido a una disciplina, sino que todos se encuentran interpenetrados.

La idea subyacente en esta propuesta didáctica es que una obra de arte no surge de manera aislada, sino que está influenciada por el contexto en el que se crea. Al comprender el proceso creativo y los temas que se plasman en obras coetáneas, se puede entender mejor la historia de la humanidad, apreciar las relaciones entre distintas disciplinas y cómo se han influido mutuamente a lo largo del tiempo.

Específicamente, en este proyecto se emplean como hilo conductor dos obras postimpresionistas muy diferentes pero con una problemática química compartida. Al profundizar en la historia y las características de estas obras, se puede conocer mejor los procesos químicos que están afectando su degradación y las limitaciones que se pueden presentar para su restauración. Gracias a este proceso indagador podremos explorar experimentalmente cual es la relación que existe entre estas obras y los furanchos o su estrecha vinculación con el principio de Le Châtelier.

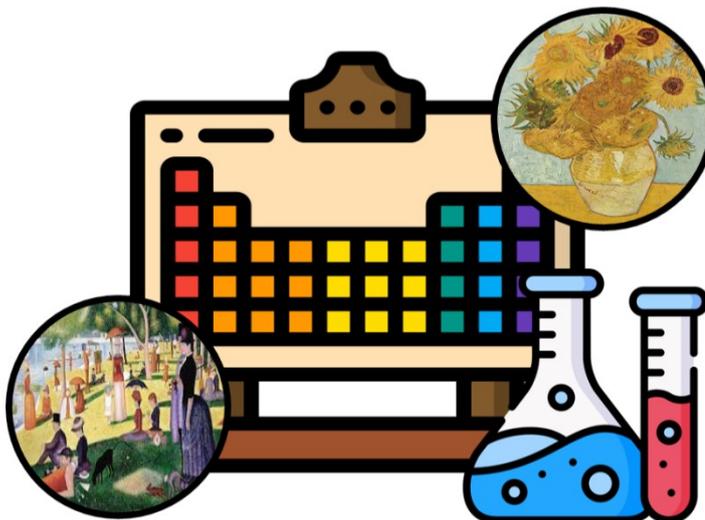


Fig.1. Ilustración representativa del proyecto

### Agradecimientos

Actuación financiada por el Ministerio de Universidades (aplicación 33.50.460A.752) y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR mediante un contrato Margarita Salas de la Universidade de Vigo

## Contribución del Laboratorio de Química de la EPS de Ferrol al Programa Becarios de Formación Complementaria de la UDC

**José María Fernández Solís<sup>1\*</sup>, María Jesús Rodríguez Guerreiro<sup>2</sup>, Elena González Soto<sup>1</sup>, Sabela Fernández Alonso<sup>1</sup>, Jesús Manuel Castro Romero<sup>1</sup>**

Departamento de Química, Áreas de Química Analítica<sup>1</sup> e Ingeniería Química<sup>2</sup>, Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF), Universidade da Coruña (UDC), 15403 Ferrol, España

[\\*jose.maria.fsolis@udc.es](mailto:jose.maria.fsolis@udc.es)

El Laboratorio de Química de la Escola Politécnica Superior (EPS), ha colaborado con centros de educación secundaria, participando en la etapa de formación en centros de trabajo para alumnado de Formación Profesional de Primer Grado (FP1), con resultados positivos. Al mismo tiempo, profesorado con vinculación al Laboratorio ha dirigido trabajos de fin de estudios de alumnado de dicha Escuela [1].

En el curso 2010-11 se implantaron títulos de Grado en Ingeniería, sustituyendo a los que se cursaban hasta entonces en la Escola. La puesta en marcha de las nuevas titulaciones conllevó una merma importante en las horas dedicadas a la docencia de la Química, afectando especialmente a las prácticas de laboratorio y reduciéndose la presencia del alumnado en el laboratorio a un valor casi testimonial.

Por ello, se consideró la presentación en clase de videos descriptivos de prácticas virtuales, sin los problemas de espacio del laboratorio, permitiendo al profesor explicar el tema correspondiente y promoviendo el debate con el alumnado. En definitiva, se trataba de incorporar prácticas virtuales que pudieran complementar a las efectuadas presencialmente, sin pretender que llegaran a sustituirlas, ya que se considera imprescindible que el alumnado realice el trabajo experimental en el laboratorio [2].

Con esa finalidad, el Laboratorio de Química participó en el Programa de Formación Complementaria de la Universidade da Coruña (UDC) [3], con la tutorización de cinco becarios/as durante los cursos: 2010-11, 2012-13, 2013-14, 2015-16 y 2018-19, resultando una experiencia positiva y enriquecedora.

A continuación, se relacionan los puntos del Programa de Formación diseñados para el curso 2018-19: a) objetivo y alcance del Programa, b) competencias y habilidades a adquirir por el/la becario/a, c) incompatibilidad de las tareas propias del Programa con las del personal del Laboratorio, d) tutorización del/ de la becario/a, e) seguimiento y evaluación de la formación. Finalmente, la comunicación detalla las actividades llevadas a cabo por los/as becarios/as a lo largo de los cursos antes citados [4,5,6,7].

### Agradecimientos

Agradecemos a la UDC la concesión de becas de Formación Complementaria al alumnado que nos fue asignado.

### Referencias

- [1] Castro, C. (2011). "Planta de aprovechamiento de biomasa en el término municipal de Cerdido". Proyecto Fin de Carrera de Ingeniería industrial. Escola Politécnica Superior de Ferrol.
- [2] Woodfield, B.; Asplund, M.; Haderlie, S. (2009). "Laboratorio Virtual de Química General". 3ª Edición. México: Prentice Hall-Pearson Educación.
- [3] Consejo de Gobierno de la UDC (2016). "Reglamento de becas de colaboración para formación en la Universidade da Coruña". <https://sede.udc.gal/services/electronicboard/EXP2016/0005000>
- [4] 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 (pp. 545-549). Ourense: Educación Editora.
- [5] Heredia, N.; Fernández, J.; Muñoz, E.; González, E. (2016-17). "Determinación del calor específico del aluminio mediante una práctica virtual de Laboratorio de Química". An. Latinoam. Educ. Quím. (ALDEQ), 32, 46-50.
- [6] 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". An. Latinoam. de Educ. Quím., 33, 88-92.
- [7] 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)". III Congreso de Didáctica de la Química, Santiago de Compostela.

## Práctica de química virtual en formato *Escape room*

**Felipe Hornos<sup>1,\*</sup>, M<sup>a</sup> José Martínez-Tomé<sup>1</sup>, Rocío Esquembre<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Miguel Hernández de Elche. Av. de la Universidad - 03202 – Elche, España

\*fhornos@umh.es

En asignaturas en las que gran parte del contenido es práctico, como es el caso de asignaturas relacionadas con la química, no es fácil trasladar contenido a un entorno virtual [1], aunque, si bien es cierto, cada vez hay más recursos disponibles en la web, como por ejemplo los laboratorios virtuales ([labovirtual.blogspot.com](http://labovirtual.blogspot.com)). En este contexto, existe la posibilidad de crear contenido a través de *Google-Sites* y de los formularios de los que se dispone, pudiendo desarrollar una práctica con formato de *escape room*.

El uso del *escape room* en el ámbito de la educación es una dinámica ampliamente utilizada como herramienta para motivar al alumnado [2]. Con esta metodología podemos incentivar tanto la participación grupal como la individual, pudiendo así tener una visión personalizada del estudiantado. Por otro lado, las Universidades tienen una posición privilegiada a la hora de promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), pudiendo contribuir a implementarlos a través de todas sus funciones propias: formación, investigación, acciones y liderazgo social [3]. Dentro de las medidas llevadas a cabo en los distintos ámbitos de la vida universitaria, la integración de los ODS en la docencia, con acciones concretas en el aula, promueve que el alumnado comprenda y sea capaz de abordar los ODS.

Para llevar a cabo esta propuesta de innovación, se ha creado una narrativa en la que se plantea al alumnado un problema inventado por el profesorado. Éste, se ha desarrollado con la finalidad de motivar al estudiantado que se enfrenta a la práctica para conseguir la resolución de la misma. La práctica trata de determinar la cantidad de fosfatos que tiene una muestra de detergente, expresando el contenido total en porcentaje de fósforo. Cada etapa consta de distintos candados (Fig.1) que deberán de ir abriendo para poder continuar el *escape* y finalizar la sesión de forma exitosa. Para ello, y mediante las pistas que se facilitan, deberán buscar contenido relacionado con los ODS, metodologías de análisis y tipos de calibración, hacer los cálculos y representaciones pertinentes, así como debatir en grupo qué respuesta o por qué camino seguir para poder resolver cada enigma.

Cantidad de fosfato en la muestra problema (ppm). Con dos decimales.  
En caso de no poder resolver, acuérdate de utilizar los recursos, pues alguno te ayuda...



Tu respuesta

¿Detergente o detergentes? En caso de ser uno, pon solo nombre del detergente. En caso de ser más de uno, escribe solamente la inicial de sus nombres ordenada alfabéticamente



Tu respuesta

**Fig.1.** Ejemplos de candados propuestos en el *escape room*.

### Agradecimientos

Programa PIEU-UMH 2022/23 de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

### Referencias

- [1] F. Hornos, R. Esquembre, J. Gómez, in *Experiencias y reflexiones sobre la docencia en ingeniería en tiempos de Covid-19*, M. Lucas (Ed.), Elche, Universidad Miguel Hernández de Elche, 2021, 185-199.
- [2] V. González-Calatayud, *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1) (2022), 111–120
- [3] SDSN Australia/Pacific (2017): *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector*. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific, Melbourne.

## Reconocimiento del Alumnado como Personas Investigadoras

**F. Vicente\***, J. J. García-Jareño, J. Agrisuelas

Departament de Química Física. Universitat de València. Burjassot-Valencia 46100 Espanya

\*Francisco.Vicente@uv.es.

En este trabajo se pretende mostrar ejemplos del *aprendizaje por descubrimiento* sobre objetivos intelectivos concretos: aleaciones, superficies metálicas, baterías, producción de hidrógeno, corrosión metálica y teorías del color. 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 [2].

Sabido es que las enseñanzas de la Química están muy normalizadas [3] y, aunque existen desde hace tiempo modelos de experiencias científicas basadas en *el aprendizaje por descubrimiento*, considerándolas como *pequeñas investigaciones* [4], parece ser que su implementación generalizada tropieza 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 de bajo costo 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.

Investigación con monedas: 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 forzada químicamente de monedas sumergidas en líquido corrosivo con la formación del Azul de Prusia [5]. b) Medida de diferencias de potencial en pilas construidas con monedas.

### Agradecimientos

Al proyecto “Aplicaciones Medioambientales y Energéticas de la Tecnología Electroquímica Frente a los Retos del Nexa Agua-Energía” CICyT RED2022-134552-T.

### Referencias

- [1] J.J. García-Jareño, J. Agrisuelas, A. Roig, F. Vicente. ChemElectroChem 9 (2022). doi.org/10.1002/celec.2022200046
- [2] Reconocimiento. Una Historia de las Ideas Europeas (2019). A. Honneth. Ed. Alcal S.A.
- [3] Física y Química. Investigación, Innovación y Buenas Prácticas (2011). A. Anta, M. Belmonte, A. Camaño, O. Casellas, J. Corominas, D. Couso, A. de Pro Bueno, F. Guitart, M.I. Hernández, G. Irazoque. Ed. Graó.
- [4] D. Gil, P. Valdez. Enseñanza de las Ciencias 14 (1996) 155-163.
- [5] [J.J. García-Jareño, D. Benito, J. Navarro-Laboulais, F. Vicente. J. Chem. Edu. 75 (1998)881-884.

## Un enfoque seguro, ecológico y sostenible para el estudio de la aditividad de absorbancias en espectrofotometría UV-Vis en prácticas de laboratorio de química

**Rayco Guedes Alonso<sup>1,2,3\*</sup>, Paula Santiago Díaz<sup>1,2,4</sup>**

<sup>1</sup>Centro Asociado de la UNED de Gran Canaria, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 35004 Las Palmas de Gran Canaria, España.

<sup>2</sup>Grupo de Innovación Educativa en Ciencias Marinas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Tafira, España.

<sup>3</sup>Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (IUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Tafira, España.

<sup>4</sup>Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35214 Telde, España.

\*[rayco.guedes@ulpgc.es](mailto:rayco.guedes@ulpgc.es)

Las prácticas de laboratorio juegan un papel fundamental en el estudio del análisis instrumental en las asignaturas de química a nivel universitario. La espectrofotometría UV-Vis es una de las técnicas analíticas básicas más empleadas en docencia por su simplicidad y sus diversas aplicaciones en áreas como química, biología o ciencias ambientales. Además de la aplicación de la Ley de Lambert-Beer como concepto básico en el estudio de la espectrofotometría, los estudiantes de Grado deben enfrentarse al estudio del principio de aditividad de absorbancias. Tradicionalmente, dicha aditividad se estudia usando permanganato potásico ( $\text{KMnO}_4$ ) y dicromato potásico ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) por su estabilidad en disolución acuosa, así como por la diferencia de absorbancias máximas [1]. Estos compuestos deben manejarse con cuidado ya que son oxidantes fuertes, irritantes, tóxicos, inflamables y explosivos y representan un posible riesgo para la reproducción y la integridad de las células [2]. Esto provoca que el desarrollo de esta práctica conlleve un riesgo para la salud y la seguridad, tanto del estudiantado involucrado en la práctica como para el medio ambiente si los residuos no son desechados de manera adecuada.

El objetivo de este trabajo es presentar un enfoque más ecológico, sostenible y seguro para la realización de prácticas de laboratorio que estudien la aditividad de absorbancias en espectrofotometría. Para ello se sustituyeron el  $\text{KMnO}_4$  y el  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  por dos colorantes alimentarios en gel violeta y amarillo (Wilton Brands, LLC, Illinois). Estos compuestos son totalmente seguros ya que se emplean comúnmente en alimentación y presentan un espectro de absorción molecular muy similar al  $\text{KMnO}_4$  y al  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . El procedimiento de la práctica con los colorantes alimentarios se mantiene prácticamente igual que el tradicional: (i) determinar las absorbancias máximas, (ii) realizar las curvas de calibrado para cada compuesto, (iii) calcular el coeficiente de absorción molar individual, (iv) medir la muestra problema (mezcla de ambas sustancias), (v) calcular la concentración de cada uno en la muestra problema.

Para la comparación de ambos métodos se tuvieron en cuenta las prácticas realizadas con el método tradicional en los cursos 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020, y la implementación del nuevo enfoque en los cursos 2020-2021 y 2021-2022. El estudio de las calificaciones, así como los informes de prácticas realizados por el alumnado en ambos periodos permite comprobar que las calificaciones se han mantenido estables y el alumnado asimila los conocimientos de manera similar al aplicar la nueva metodología de laboratorio.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al centro Asociado de la UNED de Gran Canaria, por permitir llevar a cabo esta innovación metodológica, así como al Equipo Docente de la Asignatura de Técnicas Instrumentales del Grado en Ciencias Ambientales de la UNED.

### Referencias

[1] Sanjeev, R., Jagannadham, V., Ravi, R., Vrath, R. V., & Das, Journal of Laboratory Chemical Education, (2013), 1(4), 59-64.

[2] Sax, N. I., Bruce, R. D., & Durham, W. F. in Dangerous properties of industrial materials, John Wiley & Sons, Inc. (11), New Jersey, 2004.

## **POSTER**

## **ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

## Combinación química con goma EVA

**Rodríguez-Laguna. M. T.<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Alcalá, Facultad de Educación, C/ Madrid 1, 19200. Guadalajara. España.

\**mayte.rlaguna@uah.es*

Como es sabido, la enseñanza de la formulación mediante las reglas “del intercambio” y la “divisibilidad”, sin el acompañamiento de una fundamentación teórica, conlleva una aplicación mecánica y memorística por parte del alumnado, que no consigue dar significado a la información que aporta la fórmula estequiométrica de un compuesto, ni porque se forma [1].

Ante estos inconvenientes, en la bibliografía se pueden encontrar propuestas alternativas muy dispares. El propio Fernández González [1] sugiere usar las valencias en lugar de números de oxidación, en contra de las recomendaciones de la IUPAC 2005, y prescindir de la tabla periódica, hecho que ha sido discutido en la bibliografía [2]. También existen planteamientos de aprendizaje basado en juego [3-5], que reportan la motivación como principal beneficio, así como una mejora en el rendimiento académico y una actitud más relajada ante el estudio de la formulación química.

En relación con la motivación, y para un contenido de baja abstracción, nosotros hemos evidenciado que la gamificación de las prácticas cambia las motivaciones intrínsecas de los y las estudiantes, sin necesidad de renovar materiales ni modificar objetivos didácticos [6]. En cambio, para contenidos más abstractos y que requieren el manejo del lenguaje simbólico propio de la química, tales como el número de oxidación, el enlace químico y las fórmulas químicas, el planteamiento en formato lúdico no resulta suficiente para estudiantes con formas de pensamiento concreto, por lo que se hace necesario la adecuación del contenido.

En este sentido, en esta comunicación se presenta una propuesta de transposición didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la combinación química inorgánica como estrategia didáctica no-convencional: en formato de práctica gamificada por retos y con el apoyo de representaciones icónicas, que son trabajadas tanto con cartas construidas por estudiantado como con material manipulativo de goma EVA. Todo ello se plantea a modo de motor motivacional y medio de atención a la diversidad para el alumnado de 2º curso del Grado en Magisterio de Educación Primaria, en la asignatura Ciencias de la Materia y la Energía.

El análisis de las evidencias fotográficas de los compuestos -formados por los y las estudiantes en los diferentes retos- frente al cuestionario de reflexión -acerca de lo aprendido- permite comparar el aprendizaje real respecto a la sensación de empoderamiento del estudiantado. Este afirma que, gracias a la visualización de los compuestos, principalmente con la goma EVA, ha podido dar significado a los números de oxidación, la electroneutralidad y la información que aportan las fórmulas estequiométricas en compuestos inorgánicos.

### Referencias

- [1] Fernández González, M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: Concepciones y propuestas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 10, 678-693.
- [2] Campillo, S. O. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 416-425.
- [3] Maila-Álvarez, V., Figueroa-Cepeda, H., Pérez-Alarcón, E., & Cedeño-López, J. (2020). Estrategias lúdicas en el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. *Cátedra*, 3(1), 59-74.
- [4] Calle, J. M. M. (2010). Juegos educativos. FyQ formulación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 559-565.
- [5] Castell, J. J. E. (2008). Formulación química inorgánica en educación secundaria (Póquer de química). *Pulso: revista de educación*, (31), 197-217.
- [6] López Carrillo, D., Calonge García, A., Rodríguez Laguna, T., Ros Magán, G., & Lebrón Moreno, J. A. (2019). Using Gamification in a Teaching Innovation Project at the University of Alcalá: A New Approach to Experimental Science Practices. *Electronic Journal of E-learning*, 17(2), 93-106.

## Escape Room como propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química

**Udaondo. Ana<sup>1\*</sup>, Jiménez-López. Miguel Ángel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Universitario de Investigación del agua, Cambio Climático y Sostenibilidad (IACYS), Universidad de Extremadura, Av. de Elvas s/n, Badajoz, España

\*[anadaondo@unex.es](mailto:anadaondo@unex.es)

Algunos estudios basados en las opiniones del alumnado acerca de la enseñanza de la Física y la Química revelan la dificultad de la comprensión y resolución de los ejercicios propuestos por el profesorado, llevando al alumnado a perder el interés por la asignatura [1]. Por ello, se hace necesaria la introducción en el aula de metodologías activas e innovadoras basadas en un aprendizaje significativo para fomentar el interés del alumnado, haciéndolo participe de su propio aprendizaje y preparándolo para la sociedad en la que viven [2]. Entre estas metodologías, destacada la gamificación, la cual busca potenciar el interés aprendiendo de forma activa y constructivista [3]. Dentro de esta metodología, está adquiriendo en los últimos años especial relevancia el concepto *Escape Room*, el cual se basa en la realización por equipos de una serie de pruebas planteadas al alumnado para conseguir una meta común, caracterizada por una competición basada en puntuaciones y premios. Estas pruebas están enfocadas hacia la adquisición de conocimientos en el ámbito químico que el alumnado debe dominar.

Por todo lo anterior, se propone un *Escape Room* basado en una temática propia de CSI, en el cual van a trabajar distintos conceptos de la química con el fin de resolver un asesinato. Para las pruebas propuestas, se tienen en cuenta los distintos saberes básicos que el alumnado debe trabajar para la adquisición de las competencias asociadas a su nivel académico.

Estas pruebas comprenden distintas destrezas científicas como la aplicación de distintos métodos de separación, cálculos estequiométricos, aplicación de reacciones químicas en la vida real, etc. Con todo ello se pretende trabajar la Competencia Matemática y Competencia en Ciencia, Tecnología e Ingeniería (STEM). Además, como novedad, a través de esta actividad el alumnado trabaja la Competencia en Comunicación Lingüística (CCL), gracias a la comprensión lectora que el alumnado debe aplicar para la resolución del supuesto asesinato que se les plantea. Para ello, el alumnado dispondrá de una serie de testimonios policiales a partir de los cuales deben sacar distintas pruebas y coartadas.

Como conclusión, esta metodología permite al alumnado la asimilación correcta de conceptos de la química de forma lúdica, divertida y motivadora en la cual se hace uso de concepto "aprender haciendo" tal y como se ha demostrado que se retienen más los conocimientos.

### Referencias

- [1] A. Oñorbe de Torre, J.M. Sánchez Jiménez, Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. II. Opiniones del profesor. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 1996, Vol. 14, n.º 3, pp. 251-260
- [2] M.E. Parra-González, A. Segura-Robles, E.V. Cano, E. López-Meneses, Gamificação para promover a ativação De alunos em sua aprendizagem (Texto Livre) 2020, 13, 278-293.
- [3] M.J. Santos, C. Prieto, M.D. Merchán, Innovar en las aulas. Modelos y experiencias de innovación educativa en el Máster de Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, (2018), pp.37-50.

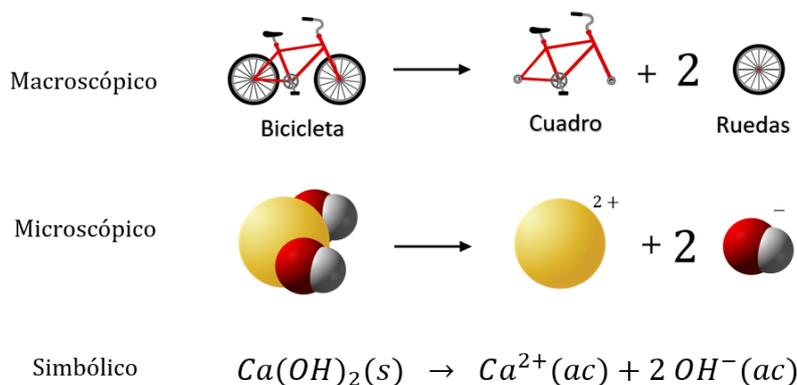
## El Mapa Estequiométrico: metodología para la enseñanza y aprendizaje significativo de cálculos estequiométricos

**M. A. Jiménez-López<sup>1\*</sup>, A. Udaondo<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Depto. de Ingeniería Química y Química-Física, Universidad de Extremadura, Instituto Universitario de Investigación del Agua, Cambio Climático y Sostenibilidad.  
Avda. de Elvas s/n 06006, Badajoz, España  
\*e-mail: majimlopez@unex.es

La estequiometría es uno de los temas con mayor dificultad y desinterés que se presentan en el alumnado, esto se debe a que los procesos aplicados en la enseñanza y aprendizaje en muchas ocasiones no están basados en una teoría firme y consistente, en la que no se suele tener en cuenta los niveles de pensamiento y percepción que se requiere que posea el estudiantado para poder comprender todo lo que engloban los cálculos estequiométricos. Este pensamiento debe estar modulado en un nivel macroscópico (sensorial y perceptivo), nivel microscópico (atómico, molecular, iones, etc...) y simbólico (fórmulas y ecuaciones). Cuando el alumnado no es capaz de desarrollar estas tres facetas en su estructura cognitiva, el aprendizaje y comprensión de la estequiometría se hace extremadamente difícil, llevándolos a realizar razonamientos mecánicos y rutinarios, que carecen de sentido y lógica, dando lugar a razonamientos que no siempre se ajustan con la realidad [1].

Enseñar estequiometría entonces, debe tener en cuenta inicialmente que al estudiante se le permita relacionar su cotidianidad y que este construya el nexo entre el mundo macroscópico y el microscópico mediante símbolos (tres niveles de representación de la Química), o sea, desde lo sensorial (macro) hasta el modelo comparativo (micro) mediante un aprendizaje significativo.



**Fig.1.** Ejemplo de asociación de los tres niveles de representación del proceso de disociación de hidróxido de calcio utilizando conceptos cotidianos.

Para lograr lo anterior, se propone una metodología que consiste en el uso de ejemplos simples y cotidianos que el alumnado pueda visualizar con facilidad, el cual permite explicar las ideas fundamentales de las proporciones estequiométricas. Además, se propone un mapa en el que se sintetiza todas las variables que intervienen en estequiometría, capaz de marcar el camino a seguir para desarrollar correctamente los cálculos necesarios para la resolución de estos ejercicios.

### Referencias

[1] R. Ordenes, M. Arellano, R. Jara, C. Merino, Educación Química, 25 (2014) 46.

## Aplicación de la metodología AICLE a la enseñanza de la Química

**D. Rodríguez-Gómez<sup>\*1,2</sup>, M.I. Rodríguez-Cáceres<sup>1</sup>, N.M. Mora-Díez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura,  
Av. Elvas, s/n, 06006, Badajoz (España)

<sup>2</sup>Departamento de Física y Química del IES Loustau-Valverde, Av. Diputación, s/n, 10500 Valencia de Alcántara  
(Cáceres, España)

\*[danielrg@unex.es](mailto:danielrg@unex.es)

El término AICLE fue acuñado por el Consejo de Europa respondiendo a una necesidad para el desarrollo de una forma innovadora de educación como respuesta a las demandas y expectativas de la sociedad actual [1],[2]. AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras) se puede definir como “*un enfoque educativo dual en el que se utiliza un lenguaje adicional para el aprendizaje y enseñanza tanto del contenido como del idioma*”[1]

El proyecto de Sección Bilingüe del IES Loustau-Valverde (Valencia de Alcántara, Cáceres) se inició en el curso 2014-2015 y, actualmente, la asignatura Física y Química se imparte en bilingüe en segundo de Educación Secundaria Obligatoria.

Con objeto de integrar el inglés como una lengua vehicular y además, hacer más atractiva la asignatura para conseguir la motivación de los alumnos, se diseñó una actividad dinámica y emprendedora para el día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (#11F), en la que el alumnado fue el centro de dicha actividad. Se realizó un análisis DAFO [3] para comprobar la viabilidad de la actividad y prever soluciones a los problemas que pudiesen aparecer antes de su puesta en marcha.

La actividad consistió en la realización de un póster y la posterior exposición oral. El póster debía versar sobre una científica elegida por ellos. Previamente al estudiantado se le proporcionó las fuentes de información y también las rúbricas de evaluación tanto de la exposición oral como del póster. Los trabajos los realizaron de forma individual. Los trabajos fueron evaluados de diferentes formas, así, durante la exposición oral de un/a estudiante el resto del alumnado realizaba una coevaluación y, posteriormente, se expusieron los trabajos (sin incluir los nombres) en el rincón de la sección bilingüe y fueron evaluados por un panel experto de profesores.

Finalmente se encontró que la realización de este tipo de actividad mejora el aprendizaje autónomo, la autodisciplina y el miedo a comunicarse en lenguaje científico, además, de aumentar la motivación por la asignatura.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración y entusiasmo por parte del alumnado de la sección bilingüe del segundo curso de Educación Secundaria obligatoria de física y química del IES Loustau-Valverde.

### Referencias

- [1] Coyle, D., Hood, P., Marsh, D. (2010). A window on CLIL. *CLIL: Content and Language Integrated Learning*. Cambridge: Cambridge. University Press. Pág. 1-13.
- [2] Cenoz, J., Genesee, F., Gorter, D. (2013) Critical Analysis of CLIL: Taking Stock and Looking Forward. *Applied Linguistics*, 20, 243-262. DOI: 10.1093/applin/amt011
- [3] Exley, K., Dennick R. (2007) “Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior”, Ed. Narcea, S.A. Pág. 68-69.

## Escape room como herramienta para la didáctica de la Química en el ámbito universitario

**Sergio Fuentes Antón**<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila (USAL), C/ Madrigal de las Altas Torres, 3, 05003, Ávila, España

\*u87950@usal.es

El estudio de las ciencias más puras como matemáticas o química, suelen resultar tediosas y aburridas para los alumnos. El uso de metodologías de aprendizaje repetitivas, memorización y resolución de problemas, genera un desinterés en los alumnos, muchos de los cuales no alcanzan a ver una utilidad en su día a día de estas materias. Esto es especialmente visible en grados universitarios donde los estudios previos al acceso son en su mayoría Humanidades u otras ramas no relacionadas con las Ciencias. Este alumnado se ve sobrepasado por asignaturas como Física y Química, al no contar con una base sólida, provocando una desmotivación y desinterés por las mismas. Es por ello necesario el recurrir a metodologías innovadoras [1], que promuevan la participación del alumnado y les permita adquirir y aplicar los conceptos básicos de forma sencilla y efectiva.

Por este motivo se decidió llevar a cabo una experiencia interactiva, en formato escape room [2], en una clase de alumnos del grado en Maestro en Educación Primaria y doble grado en Maestro en Educación Infantil y Primaria, de la Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila. Los alumnos participantes se encontraban matriculados en la asignatura Ciencias Naturales y su Didáctica II, perteneciente a segundo curso de los mencionados grados.

La experiencia se llevó a cabo en el laboratorio de Física y Química, en las últimas semanas previas a la finalización del curso y realización del examen. De esta manera, la resolución del escape room serviría como repaso de los temas más relevantes impartidos durante las clases teóricas. Para ello, se dispusieron por toda el área diversos objetos y pruebas prácticas que debían de utilizar y resolver en el plazo de una hora. Dichas pruebas englobaban puzles, acertijos y problemas relacionados con la química, los cuales tendrían que resolver empleando todo lo aprendido hasta entonces.

En la experiencia participaron cuatro grupos de unos 20 alumnos, de los cuales tres consiguieron resolverla en el tiempo proporcionado y el cuarto grupo se quedó a las puertas, necesitando unos pocos minutos más. Respecto a las pruebas que podían ser consideradas más complejas como establecer la configuración electrónica de un elemento o llevar a cabo el ajuste de una reacción, todos fueron capaces de resolver los problemas con mayor o menor facilidad y ayudándose entre ellos para comprender las soluciones. Otras pruebas que implicaban quimioluminiscencia requirieron una mayor agudeza visual al ser visibles únicamente con luz ultravioleta y oscuridad total.

De cara a los resultados obtenidos en los exámenes tras realizar la experiencia, todos los alumnos aprobaron la asignatura, siendo las preguntas relacionadas con los conceptos y pruebas implicadas en el escape room, aquellas con un mayor porcentaje de respuestas correctas.

### Referencias

- [1] Sierra Daza, M. C. y Fernández Sánchez, M. R. Revista de estudios y experiencias en educación. 18 (2019) 105-115.
- [2] Yayon, M., Rap, S., Adler, V., Haimovich, I., Levy, H. y Blonder, R. Journal of Chemical Education. 97 (2019) 132-136.

## Introduciendo el cribado de actividades biológicas de compuestos químicos en animal modelo

**Paula Henarejos-Escudero, Samanta Hernández-García, M. Alejandra Guerrero-Rubio, Pedro Martínez-Rodríguez, Fernando Gandía-Herrero**

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A, Unidad Docente de Biología, Facultad de Veterinaria. Regional Campus of International Excellence "Campus Mare Nostrum". Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

\* [paula.henarejos@um.es](mailto:paula.henarejos@um.es)

El cribado de compuestos químicos en busca de actividades farmacológicas mejoradas ha encontrado un gran aliado en el análisis *in vivo* con animales modelo de baja complejidad. Transmitir a los estudiantes que estos modelos permiten reemplazar y reducir el trabajo con mamíferos en los campos de la farmacología y la evaluación toxicológica es un objetivo con implicaciones económicas, éticas y legales.

*Caenorhabditis elegans* es un pequeño nematodo de vida libre, ampliamente utilizado como modelo animal en experimentación. Las pruebas con *C. elegans* proporcionan datos útiles de un animal completo con sistemas digestivo, sensorial y neuromuscular pero con menores implicaciones éticas que el trabajo con animales superiores con actividades cerebrales complejas [1,2]. Estos aspectos vienen desarrollados en España en la ley 32/2007 y en el Real Decreto 53/2013, por el que se establecen las "normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia".

Estos descriptores están planteados para las competencias de estudiantes con vocación científica de últimos cursos de los grados en Química, Bioquímica o Biotecnología. Aquí se presenta la experiencia en una asignatura optativa de cuarto curso denominada "Modelos Preclínicos para el Descubrimiento de Nuevos Medicamentos" del grado en Biotecnología, la cual ha sido desarrollada desde el curso 2021-2022, en el que entró en vigor el plan de estudios reformado del grado en la Universidad de Murcia. La nueva asignatura ha tenido muy buena acogida por parte de los estudiantes y engloba también otros modelos preclínicos. Los mismos planteamientos con *C. elegans* se pueden adaptar a alumnado de cursos inferiores o de enseñanza secundaria. Este ha sido el caso de experiencias desarrolladas con alumnos del programa de investigación en Bachillerato desarrollado en la región de Murcia con el nombre de IDIES (I+D en IES, <https://www.idies-murcia.es/>). En estos casos los estudiantes se han acercado al cribado de actividades más allá de los experimentos *in vitro*, han desarrollado destrezas técnicas y han aprendido a valorar y respetar el trabajo con animales modelo.

El trabajo con animales modelo debe enseñarse en el contexto del respeto a los principios éticos y bajo el escrupuloso cumplimiento de la normativa. Introducir el cribado de diferentes actividades biológicas en animales modelo de limitada complejidad acerca a los estudiantes al importante estudio de los efectos farmacológicos, toxicológicos y de bioactividad de los compuestos químicos de una manera directa y considerando los aspectos legales y éticos.

### Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-122896NB-I00) (MCI/AEI/FEDER, UE). P.M.-R. tiene un contrato financiado por la Fundación Séneca (España) y P. H.-E. tiene un contrato financiado por la Universidad de Murcia (España).

### Referencias

- [1] P. R. Hunt, *Journal of Applied Toxicology*, 37 (2017) 50.
- [2] M. A. Guerrero-Rubio, S. Hernández-García, F. García-Carmona, F. Gandía-Herrero, *Antioxidants* 10 (2021) 438.

## Escape room as a gamification strategy for chemistry learning for intermediate level undergraduates

**Alberto Diez-Varga<sup>1,\*</sup>, Celedonio Álvarez<sup>1</sup>, Héctor Barbero<sup>1</sup>, Eduardo Rodríguez-Gútiérrez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UIC MIOMeT, IU CINQUIMA/Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Paseo Belén 7, Valladolid E47011, Spain.

<sup>2</sup>GIR ERICA, Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Paseo Belén 7, Valladolid E47011, Spain.

\**alberto.diez.varga@uva.es*

Nowadays, teaching of physics or chemistry should promote a contextualized and transversal learning in terms of reinforcing the relationship among technology, science and society. In consequence, building motivational and constructive environments for learning is fundamental now and it is a new target for teachers. [1]

One new aspect in educational innovation is the introduction of the gamification in the classroom as a didactic resource. It has been confirmed that if students participate in this kind of activities, they will have fun and also they will show a great involvement, as well as improvements in their learning at the same time. [1]

A particular case of gamification in the classroom is the use of escape room resources. In an educational escape room, players have to work all together in order to solve riddles and puzzles, by using hints, intelligence and strategy in the shortest possible time. [2] There are several things to take in account in the design of an escape room game such as the topic or the participant roles. In addition, in the case of the educational ones it should try to encourage curiosity and/or show specific knowledge.

The perfect model with total success does not exist. Accordingly, building different examples of escape room games will improve our ability as teachers to construct better adapted games to each context. In the literature, some examples have been described. [3] In this communication, an example of escape room game based on chemistry for intermediate level undergraduates is presented and, also, its limitations and scope (Fig 1).

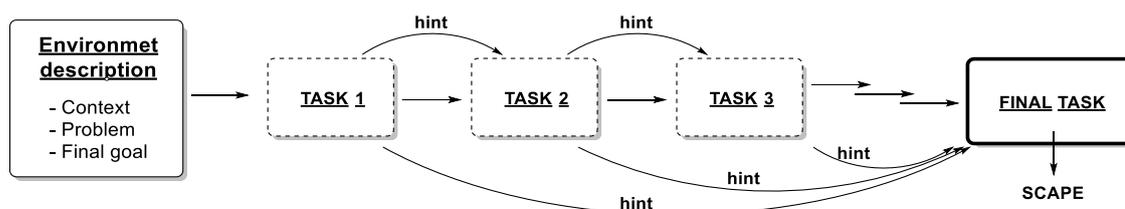


Fig.1. Schematic workflow for an educational escape room game.

### Acknowledgements

A. D.-V. acknowledges the Ministerio de Universidades and the European Union - NextGenerationEU for the María Zambrano contract (ADV, CONVREC-2021-264).

### References

- [1] I. Furdu, C. Tomozei, U. Kose, Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience 8 (2017) 56.
- [2] X M. Hermanns, B. Deal, A. M. Campbell, S. Hillhouse, J. B. Opella, C. Faigle, R. H. Campbell, Journal of Nursing Education and Practice, 8 (2017) 89.
- [3] L. Tajuelo, G. Pinto, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 18 (2021) 220501.

## Reconocimiento mutuo entre el graduado químico y la Industria: Competencias Transversales y Complementarias de Macromoléculas y Electroquímica

**F. Vicente<sup>1,2\*</sup>, H. Abril<sup>3</sup>, J. Agrisuelas<sup>1</sup>, R. Muñoz Espí<sup>1,4</sup>, J.J. García Jareño<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departament de Química Física. Universitat de València. 46100 Burjassot-València (Espanya)

<sup>2</sup> ST de Enseñanza de la AQC, <sup>3</sup> ST de Plásticos de la AQC, <sup>4</sup>ICMUV.

\*Francisco.Vicente@uv.es

Durante la última decena de cursos académicos, se ha impartido el diploma en la Universidad de Valencia "La Química en la Industria de la Comunidad Valenciana" con el apoyo del Ilustre Colegio Oficial de Químicos de la Comunidad Valenciana (ICOQCV) y de la Asociación de Químicos de la Comunidad Valenciana (AQC). Se trata de un proyecto cuyos contenidos han ido variando paulatinamente adecuándose a las condiciones socioeconómica de cada curso. Es un título propio de postgrado que por sus contenidos transversales pretende facilitar la inserción de los alumnos en el tejido industrial del entorno. Para ello se ha contado con profesores universitarios y también con otros profesionales propuestos por la Asociación y el Colegio de Químicos. Es un diploma presencial de 30 créditos ECTS, en el que además de las Prácticas en Empresa que gestiona la fundación Universidad-Empresa ADEIT, se incluye contenidos, por ejemplo, de Organización Industrial, Control de Calidad, Medio Ambiente y Legislación Química, Detergentes y Cosméticos, Industria Alimentaria, Industria Agroquímica, Industria Cerámica, que no se imparten en el currículum del grado en Química desde la perspectiva profesional de la Industria. Se pretende contribuir a la formación necesaria para que el alumnado se inserte en el mundo laboral. Este diploma de postgrado va dirigido a graduados con vocación industrial, que no opten necesariamente a la realización de un máster. Pero, para su inserción profesional, deben pasar por ser seleccionados por una empresa, de un tejido industrial formado fundamentalmente por miles de pequeñas empresas, cuyo desarrollo sostenible dependerá en gran parte del acierto en la contratación de los jóvenes graduados, y éste va a depender del grado de Reconocimiento entre el graduado y la empresa durante el proceso de selección. En esta comunicación se pretende describir la metodología utilizada en la asignatura "Materiales Poliméricos y Recubrimientos de Superficies". En las 30 horas presenciales, se abordan contenidos referentes a temas de interés industrial tales como: Polímeros, Transformación de Plásticos, Composites, Barnices y Pinturas, Colorimetría, Corrosión, Anodizados, Recubrimientos Metálicos, Baterías y Almacenamiento de Energía, Contaminación, Producción de Hidrógeno, y Sensores, entre otros. Intentando así unir los conocimientos de la carrera con los aspectos tecnológicos en los que interviene habitualmente el profesional químico en la empresa. Para ello, además de las exposiciones de los contenidos del programa de la asignatura, la realización de actividades individuales o en grupo y las pruebas de evaluación, propias de la actividad académica universitaria, se imparten conferencias invitadas de profesionales en las que narran sus experiencias personales en el mundo laboral. Los cuales transfieren nuevas perspectivas a los alumnos sobre la diversidad de actividades que realizan los químicos en las empresas: I+D+i, compras, control de calidad, asesoría técnica y ventas de productos, dirección y gestión, seguridad en el trabajo y en el transporte de mercancías, reciclaje de plásticos, gestión y aprovechamiento de residuos, fabricación en planta, limpieza de instalaciones industriales, etc., que contribuyen a tomar las decisiones fundamentadas a los graduados para buscar trabajo en las industrias químicas del entorno -en los sectores relacionados con la asignatura-, intentando ser reconocidos en sus contactos con las empresas contratantes, insertadas en Mercados globalizados y competitivos.

## **FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA**

## “Redox Reaction” – Juego Didáctico apoyo a la Docencia de Química REDOX

**Arturo Morales Barroso<sup>1,\*</sup>, Marta Cruz-Guzmán Alcalá<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dep. Química Orgánica y Farmacéutica, Universidad de Sevilla, C. Prof. García González 2, Sevilla, España.

<sup>2</sup>Dep. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla, C. Pirotecnia, Sevilla, España.

\*ambarroso@us.es

Durante la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato son numerosas las dificultades que encuentra el alumnado en afianzar conceptos básicos de química, en especial aquellos más complejos y menos conectados a fenómenos cotidianos. Este tipo de situaciones sucede con las reacciones de reducción – oxidación (REDOX), y especialmente en el ajuste de reacciones y electroquímica [1 y 2]. Para superar estos obstáculos, se ha diseñado un juego didáctico al que hemos llamado “Redox Reaction”.

“Redox Reaction” es un juego de cartas que tiene como objetivo acumular puntos mediante la combinación de carta que representan diferentes pares REDOX combinando compuestos oxidantes y reductores y siempre ajustando los electrones que participan indicadas en las cartas. Las cartas presentan al alumno información de interés para desarrollar el juego y comprender mejor los conceptos. El color de las cartas da información sobre su comportamiento REDOX general: azul si es reductor y rojo si es oxidante. La mitad superior de las cartas proporciona información del compuesto, nombre y electrones que ponen en juego durante la reacción REDOX. En la mitad inferior de la carta se proporciona información sobre el potencial de reducción, número de oxidación de las especies del par e información extra.

El juego es para cuatro jugadores. Se reparten tres cartas boca abajo a cada jugador, cuatro cartas se colocan boca arriba en la zona central (reactor) y junto a esta zona se coloca el mazo de cartas restantes. Durante el turno de cada jugador tan solo puede realizar una acción de las dos posibles

- Soltar una carta de la mano a la zona central (reactor)
- Combinar carta de la mano con otras presentes en el reactor que sea posible tanto en potencial o carácter (oxidante y reductor) como en el número de electrones que se cedan y se acepten en total por las cartas. 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 mazo de cartas hasta tener tres cartas en la mano, y se pasa el turno al siguiente jugador. Una vez que el mazo de cartas se haya acabado y ningún jugador tenga cartas en la mano, el juego termina y se sumarán los puntos obtenidos.

Las maneras para obtener puntos son: Completando reacciones redox, limpiando la zona central de juego (reactor) de cartas y obteniendo cartas especiales durante el juego por acciones y eventos especiales (reacciones de interés, reacciones fallidas, limpieza de reactor).

Este diseño es parte de una investigación más extensa en la que se pretende valorar la efectividad del recurso en el aprendizaje del alumnado, como ya han realizado otros autores con otro tipo de recursos [3].

### Referencias

[1] G. Shehu, Revista de investigación y métodos en educación, 5 (2015) 15.

[2] B. Viswanathan, M.S. Gulam, World Journal of Chemical Education, 8 (2020), 67.

[3] M.M López-Guerrero, G. López-Guerrero, S. Rojano, Educ. quím., 29 (2018).

## Montando la Tabla Periódica: gamificación en el aula de secundaria

**Ana M. Fraile Sánchez<sup>1,\*</sup>, Sergio Fuentes Antón<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>E.S. Sierra del Valle, Av. Doctor Martín Lázaro, 35, 05430, La Adrada, Ávila, España.

<sup>2</sup>Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila (USAL), C/ Madrigal de las Altas Torres, 3, 05003, Ávila, España

\* [anam.frasan.1@educa.jcyl.es](mailto:anam.frasan.1@educa.jcyl.es)

En el marco legislativo que desarrolla el currículo de Física y Química para la Educación Secundaria, el estudio de la Tabla Periódica, sus propiedades y la relación con la configuración electrónica sigue apareciendo como una de las piezas claves en Química.

Estos contenidos se han impartido de forma tradicional por métodos memorísticos, razonamiento inductivo-deductivo y trabajo individual. Sin embargo, el uso de estos métodos para grupos disruptivos, desmotivados, con un interés nulo en la educación, esfuerzo y estudio no son garantía de éxito. Para este tipo de clases resulta enriquecedor programar sesiones con diferentes ritmos para que la clase se desarrolle con mayor éxito [1]. El elemento añadido, la gamificación, aumenta el interés por parte de los discentes y la mecánica de competición y contrarreloj permiten que se vuelquen en estas tareas cortas. El uso de actividades en grupo y juego ayudan a fijar contenidos teóricos y motiva a que los revisen antes de jugar [2] [3].

Por estos motivos se programa la competición de **Tetris de la tabla periódica** con un grupo de 14 alumnos de 4º de E.S.O. Se les proporciona una cartulina A3 y un sobre con un **puzle de la tabla periódica** cuyas piezas tienen forma de tetris. Conseguirán montarlo gracias a la configuración electrónica más externa de cada elemento que aparece en las casillas. Cuando esta tarea en grupo finaliza, a cada integrante del grupo se le asigna un tipo de pieza en un recorte de cartulina (pieza en L, en T, cuadrado o línea). El primer paso es que localicen una pieza de puzle que coincida con la suya y en cada hueco coloquen el **nombre y símbolo** del elemento. En una segunda pieza, sobre el mismo espacio, tendrán que poner las **casillas cuánticas** de esos elementos.

Cada tipo de pieza tiene un valor y es necesario que completen Nombre/símbolo y cajitas antes de rellenar otros huecos. Se favorece la explicación entre pares y posterior trabajo individual al ser limitadas las piezas para rellenar. Cada pieza correcta por entero sumará puntos. Al terminar la sesión de clase, el equipo que haya construido todo el puzle bien y con mayor puntuación obtendrá un beneficio pactado: cambiar un negativo en notas diarias por positivo, poder dar la vuelta al examen nada más cogerlo, poder acceder a rebote en preguntas diaria, etc.

La retroalimentación y prepararse para la competición hizo que estudiaran a pesar de la reticencia a procesos mecánicos y memorísticos. En las pruebas relacionadas con la Tabla Periódica y las propiedades de los elementos mejoraron los resultados. Sin embargo, al pasar a conceptos más abstractos y menos memorísticos o mecánicos el interés decayó.

### Referencias

- [1] Lemov, D. Teach like a champion, 2.0. Magister. Madrid. 2017
- [2] Bayir, E. Journal of Chemical Education, 91,4 (2014) 531-535.
- [3] Joag, S.D. Journal of Chemical Education, 91, 6 (2014) 864-867.

## Escape Room en el aula para integración de conceptos clave

**Enol López<sup>1,\*</sup>, Paula González<sup>1</sup>, Laura Fernández-Peña<sup>1</sup>, Asunción Barbero<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Organic Chemistry, University of Valladolid, Campus Miguel Delibes, 47011 Valladolid, Spain

\*[enol.lopez@uva.es](mailto:enol.lopez@uva.es)

Los juegos de Escape Room están basados en acertijos, puzles y actividades para conseguir un objetivo concreto y salir de una sala en un tiempo determinado. Esta actividad comenzó en Norte América en 2013 y desde entonces ha ganado popularidad en todo el mundo no sólo desde un punto de vista lúdico sino también como reto intelectual [1].

De cara a introducir nuevas herramientas en el aula que sean capaces de acercar a los estudiantes a la asignatura, en los últimos años se han implantado los Escape Rooms en el contexto universitario para motivar a los estudiantes y ayudarles a entender ciertos conceptos [2]. Esta aproximación resulta tremendamente útil al ser el estudiante en el aula el sujeto activo quien tiene que realizar el razonamiento.

Para poder entender desde el punto de vista de la enseñanza en química cuáles son los puntos débiles y fuertes de esta novedosa estrategia educativa, se ha diseñado y llevado a cabo un Escape Room muy sencillo en una asignatura con estudiantes de Máster. Con ello pretendíamos no sólo incidir sobre ciertos conceptos clave (que los estudiantes tenían que solucionar), sino también crear un contexto narrativo adecuado a la asignatura y que tuviese un final adecuado a la misma. En este trabajo presentamos las aproximaciones en un Escape Room en el contexto universitario y describimos cual ha sido nuestra estrategia en el diseño, así como una encuesta de satisfacción de los estudiantes y herramientas de mejora propuestas para los cursos posteriores.

### Agradecimientos

Agradecer a Juan García Serna por aportar las herramientas necesarias en el curso de Escape Room en el aula.

### Referencias

[6] [https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2021/05/2020EREnthusiastSurveyV1\\_4.pdf](https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2021/05/2020EREnthusiastSurveyV1_4.pdf)

[7] S. Niccolson, Childhood Education, 94 (2018), 44.

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

## Uso de herramientas *in silico* para predecir la liberación de péptidos mediante proteólisis enzimática

**Tomás Lafarga<sup>1,2,\*</sup>, Silvia Villaró-Cos<sup>1,2</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1,2</sup>, Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>, Cristina Cerdá-Moreno<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>2</sup>CIESOL Centro de Investigaciones de la Energía Solar, Unidad Funcional Desalación y Fotosíntesis, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>3</sup>Universitat Politècnica de València, Avenida de los Naranjos s/n, 46022 Valencia, España

\*[tomas.lafarga@ual.es](mailto:tomas.lafarga@ual.es)

Según estimaciones de las Naciones Unidas, se espera que la población mundial alcance los 9 mil millones de personas en 2050, lo que supone un aumento sin precedentes en la historia de la humanidad. Este aumento de la población conlleva enormes desafíos; uno de ellos, producir suficientes alimentos a la vez que se protege la biodiversidad y se disminuye el impacto ambiental de los procesos productivos. La producción de proteína de calidad es especialmente desafiante debido al gran impacto ambiental de la producción de proteína de origen animal y la sobreexplotación de los recursos naturales como los océanos.

Las proteínas se utilizan en la industria no solo como fuente de aminoácidos, sino también como ingredientes funcionales (por ejemplo, espesantes o gelificantes) o como fuente de péptidos bioactivos. Estos últimos son secuencias de aminoácidos que provocan un efecto positivo sobre la salud del consumidor. Para liberar dichos péptidos, el método más común es la proteólisis enzimática; es decir, la rotura controlada de las proteínas mediante enzimas. La proteólisis también afecta a las propiedades funcionales de las proteínas y es una tecnología escalable y utilizada por la industria.

El objetivo de este trabajo es resumir una serie de herramientas que permiten simular procesos de proteólisis y predecir distintas propiedades de los hidrolizados producidos. Entre otras, se mostrará el posible uso de bases de datos de secuencias de proteínas [1], herramientas de hidrólisis que permiten predecir el perfil de péptidos liberados [2], o herramientas que permiten predecir la toxicidad [3], alergenicidad [4] o bioactividad [5] de los péptidos producidos. A su vez, se describirán bases de datos de péptidos bioactivos como BIOPEP [6] que permiten predecir la bioactividad de los hidrolizados producidos.

Todas las herramientas mencionadas están disponibles online y de forma gratuita y pueden ser utilizadas por alumnos y profesores para el estudio de los procesos de hidrólisis enzimática. El presente trabajo tiene interés no solo para alumnos de química sino también para alumnos y docentes de Ingeniería Química, Biotecnología o Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

### Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto TED2021-131511A-I00 y de la ayuda RYC2021-031061-I, ambos financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR. CCM agradece al Ministerio de Universidades la ayuda Margarita Salas financiada por la Unión Europea (Next GenerationEU).

### Referencias

- [1] <https://www.uniprot.org>
- [2] [https://web.expasy.org/peptide\\_cutter/](https://web.expasy.org/peptide_cutter/)
- [3] <https://webs.iitd.edu.in/raghava/toxipred/>
- [4] <https://allercatpro.bii.a-star.edu.sg>
- [5] <http://distilldeep.ucd.ie/PeptideRanker/>
- [6] [https://biochemia.uwm.edu.pl/biopep/start\\_biopep.php](https://biochemia.uwm.edu.pl/biopep/start_biopep.php)

## La participación y el razonamiento lógico para la formación experiencial en análisis químico del Graduado Universitario

**A. Soldado\*, M. Moldovan Feier**

Facultad de Química, Universidad de Oviedo, Av. Julián Clavería, 8, 33006 Oviedo, Asturias, España

\*soldadoana@uniovi.es

Una de las finalidades de la enseñanza Universitaria es formar científica, técnica y culturalmente a sus estudiantes. En base a esta consideración, se ha desarrollado la propuesta docente que a continuación se expone, la cual, pretende incorporar tanto la creatividad como la innovación en el aula. Sitúa a los alumnos en un marco de trabajo próximo a la realidad de su, cada vez más próximo, entorno laboral, haciendo especial incidencia en el aprendizaje colaborativo, a través del cual se verán obligados a pensar en nuevas ideas, hacerlas realidad (creatividad) y ponerlas en práctica (innovación). La propuesta metodológica que se plantea combina el aprendizaje basado en Proyectos y en resolución de Casos Prácticos, elaborados por los propios alumnos, los cuales incorporan tareas con un contenido significativo para ellos, puesto que está alternativa docente está *centrada en y dirigida por* los propios alumnos. Los casos prácticos planteados, tendrán que estudiarlos y resolverlos, en el marco de un Proyecto que pretende implementar la Calidad en un laboratorio de análisis químico con un enfoque orientado a los sectores agroalimentario y medioambiental, de acuerdo con las consideraciones de la Normativa Vigente (UNE EN ISO/IEC 17025).

En este planteamiento, son los propios alumnos, los que lideran su propuesta de Proyecto, cuya resolución hace necesario aunar los conocimientos adquiridos en dos asignaturas, una teórica relacionada con la Calidad en Laboratorios Químicos y otra de experimentación en Laboratorio, en la cual se optimizan y validan las estrategias de análisis. A partir de esta última asignatura los alumnos plantearán los casos prácticos, los cuales se enmarcarán en dos proyectos posibles, relacionados con análisis de muestras de interés en agroalimentación y o con muestras de interés medioambiental. Este planteamiento docente, ha perseguido la consecución de los siguientes objetivos: PROMOVER el interés de aprender Calidad en Laboratorios de Análisis Químico, en un contexto profesional desarrollando estrategias creativas que apoyen el trabajo en equipo. FOMENTAR una comunicación eficaz, mediante actividades que fortalezcan la sinergia del equipo, las habilidades en la resolución de problemas y el espíritu autocrítico, siempre vinculado a la colaboración en un espacio digital compartido, y MEJORAR la competencia lingüística, oral y escrita.

En lo que respecta a la estrategia de aprendizaje, esta se ha llevado a cabo como sigue: en el comienzo del curso los alumnos ponen en común el problema a resolver (Proyecto) y las herramientas que consideran *a priori*, que pueden necesitar. En esta primera etapa hacen uso de alguna de las herramientas virtuales que posibilitan el trabajo en equipo, concretamente han utilizado la aplicación *Mural*. A medida que se avanza en los contenidos de la asignatura teórica, concretamente la Asignatura de "Garantía de Calidad en los Laboratorios de Análisis Químico" se incorpora la información (conceptos) adquirida a la Resolución del Proyecto y a cada uno de los casos prácticos que se van añadiendo al proyecto de trabajo. Concretamente, los alumnos crean su propia "empresa", gestionan y crean su documentación de calidad. Paralelamente, en la asignatura de experimentación (en el laboratorio) ponen a punto procedimientos de análisis químico relacionados con la asignatura práctica. De este modo los alumnos comienzan a diseñar y desarrollar su estrategia y sus procedimientos técnicos de calidad en el laboratorio. La finalización del proyecto ha llevado a los alumnos a incluir en su documentación de "empresa" tanto los aspectos de organización y gestión como los técnicos de los ensayos llevados a cabo en el laboratorio. El éxito ha sido posible, por la implicación de los alumnos y la capacidad de trabajo en equipo. Los resultados han mostrado que, las metodologías del aprendizaje mixto planteadas pueden actuar como facilitadores en el proceso de enseñanza aprendizaje tanto para los alumnos como para ayudar a los profesores a impartir sus lecciones.

## Chat GPT: ¿Un aliado o una amenaza en la educación?

**Tomás Lafarga<sup>1,2</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1,2,\*</sup>, Silvia Villaró-Cos<sup>1,2</sup>, Cristina Cerdá-Moreno<sup>1,2,3</sup>, Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>2</sup>CIESOL Centro de Investigaciones de la Energía Solar, Unidad Funcional Desalación y Fotosíntesis, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>3</sup>Universitat Politècnica de València, Avenida de los Naranjos s/n, 46022 Valencia, España

\*ame778@ual.es

El proceso de aprendizaje no se reduce a la simple memorización de conceptos. Es importante que el entorno educativo promueva la construcción del conocimiento propio de cada estudiante, a través del apoyo y guía del profesorado en el proceso de creación del nuevo aprendizaje. El objetivo principal de la innovación docente en la química es mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en esta disciplina, fomentando su capacidad para analizar y aplicar conceptos químicos en situaciones reales, y preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo actual.

La inteligencia artificial como herramienta educativa puede ayudar a adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que permite a los profesores centrarse en las necesidades específicas, proporcionando retroalimentación instantánea y permitiendo adaptarse al ritmo y al estilo de aprendizaje de cada estudiante. Además, puede ayudar a hacer que la educación sea más accesible para los estudiantes con discapacidades o necesidades especiales, al proporcionar herramientas y recursos adaptativos.

A pesar de las ventajas descritas, existen reticencias en su uso. Uno de los principales miedos es que la tecnología pueda reemplazar a los maestros y la enseñanza personalizada [1]. Además, existe la idea de que la inteligencia artificial pueda perpetuar y amplificar las desigualdades existentes en la educación y la preocupación por la privacidad de los estudiantes y la seguridad de sus datos personales. Por último, algunos temen que la automatización de ciertas tareas educativas pueda llevar a una reducción en la creatividad y el pensamiento crítico en el aula.

En concreto, los estudiantes pueden usar ChatGPT como una herramienta de referencia para encontrar información o resolver problemas, innovadores para la química, explicaciones detalladas de los conceptos químicos, o incluso actividades interactivas para los estudiantes. Puede ayudar a personalizar el aprendizaje en química al ofrecer a los estudiantes respuestas específicas a sus preguntas y necesidades de aprendizaje. Crear experiencias de aprendizaje adaptativas que se ajusten al ritmo de aprendizaje de cada estudiante.

En general, la incorporación de ChatGPT en la enseñanza de la química puede ayudar a los educadores a mejorar la calidad del aprendizaje, ahorrar tiempo y ofrecer una experiencia de aprendizaje más personalizada y adaptativa para los estudiantes. Sin embargo, la educación es más que la mera transmisión de conocimientos y habilidades; también se trata de fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico de los estudiantes. Por ello, el profesor tiene que jugar un papel fundamental a la hora de enseñar a los alumnos a usar estas herramientas, para enseñarle a constatar la información usando como referencia manuales y fuentes clásicas.

### Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto TED2021-131511A-I00 y de la ayuda RYC2021-031061-I, ambos financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR. CCM agradece al Ministerio de Universidades la ayuda Margarita Salas financiada por la Unión Europea (Next GenerationEU).

### Referencias

[1] La Innovación Pendiente.: Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento. C. Cobo, Penguin Random House, 2016.

## The Integrated Lab: a gamified point-and-click virtual lab experience for intermediate level undergraduates

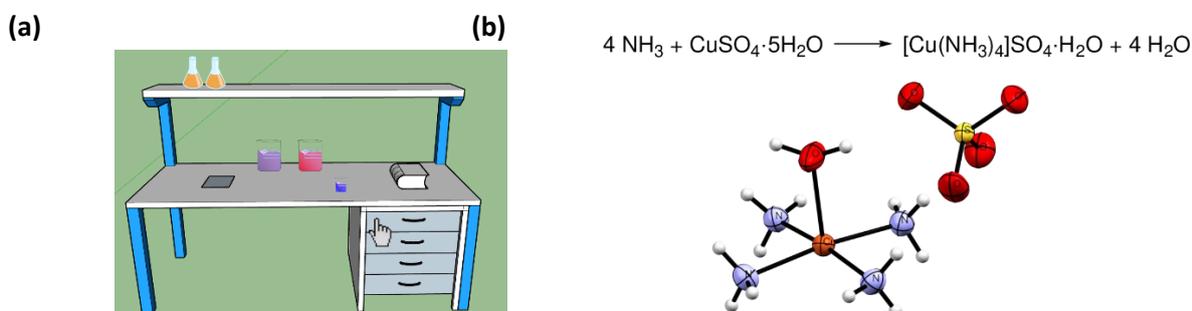
**Héctor Barbero<sup>1,\*</sup>, Eduardo Rodríguez-Gutierrez<sup>2</sup>, Alberto Díez-Varga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>UIC MIOMeT, IU CINQUIMA/Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Paseo Belén 7, Valladolid E47011, Spain.

<sup>2</sup>ERICA Research group, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, Paseo Belén 7, Valladolid E47011, Spain.  
\*hector.barbero@uva.es

Searching off-site teaching alternatives for practical laboratory courses in Chemistry is still an ongoing process. Albeit substituting the real in-person experience by the student is a nearly impossible task, there has been several approaches to develop mentioned alternatives, such as the common instruction webpages, tutorial videos, MOOCs, or more advanced interactive tools[1] like Virtual Labs (VL), Augmented Reality Labs and the most sophisticated Virtual Reality Labs.[2] Moreover, it is known that experimental self-efficacy (i.e., the student perception of their experimental skills), an important determinant in successfully finishing a laboratory task, is usually enhanced by these tools.[3]

Commercial (*Labster* and *VR Chemistry Lab*, for example) and academic solutions are usually concept-driven (SN<sub>2</sub>, intermolecular forces, titrations, to mention a few frequent topics) and strictly guided throughout the entire process. In many cases it is just an atomic or molecular visualization experience to understand stereochemistry concepts and similar. They tend to try to complement a regular teaching class or to settle down complex theoretical notions. Herein we show our approach, consisting of a point-and-click game-like program, that aims to allow the user to freely interact with the environment. Our VL resembles a teaching laboratory of an intermediate level Chemistry with enough chemicals and glassware to carry out multiple processes (Fig. 1a). It currently possesses one full experiment and it grows as the project progresses and consists of the preparation of tetraamminecopper(II) sulfate ([Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]SO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O) (Fig 1b). This communication will explain the method, how it has been built, its limitations, scope, differences with other tools and the gaming experience part.[4]



**Fig.1.** (a) A benchtop chemistry scene of The Integrated Lab; (b) The current programmed experiment. Balanced chemical equation (top) and single-crystal structure of resulting compound (bottom).

### Acknowledgements

A. D.-V. acknowledges the Ministerio de Universidades and the European Union - NextGenerationEU for the María Zambrano contract (ADV, CONVREC-2021-264).

### References

- [1] F. M. Ippoliti, J. V. Chari, N. K. Garg, *Chem. Sci.*, 13 (2022) 5790.
- [2] A. Fombona-Pascual, J. Fombona, E. Vázquez-Cano, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 23 (2022) 300.
- [3] V. K. Kolil, S. Muthupalani, K. Achuthan, *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 17 (2020), 1.
- [4] A. L. Tauber, S. M. Levonis, S. S. Schweiker, *J. Chem. Educ.*, 99 (2022), 1183.

## Dinamización en el aula y mejora del aprendizaje mediante la gamificación y elaboración de contenidos virtuales

**Alejandra García-Alonso<sup>1\*</sup>, Inmaculada Mateos-Aparicio<sup>1</sup> María Luisa Pérez-Rodríguez<sup>1</sup>, Marta Sánchez-Paniagua<sup>2</sup>, Elena Rodríguez-Rodríguez<sup>2</sup>, María Moreno-Guzmán<sup>2</sup>, Jon Sanz Landaluce<sup>3</sup>, Carmen Rueda<sup>2</sup>, Alvaro Gallo<sup>1</sup> Rocío de la Peña-Armada<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España;

<sup>2</sup>Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid Madrid, España

<sup>3</sup>Departamento de Química Analítica, Facultad de Química. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España  
*\*alejandra.garcia.a@ucm.es*

La innovación educativa universitaria es una necesidad para dar respuesta a los nuevos requerimientos sociales, así como a los establecidos en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) indicando la necesidad de impulsar una docencia más activa, basada en una metodología de enseñanza-aprendizaje [1]. Esto hace necesario la adaptación hacia una educación basada en el aprendizaje colaborativo, y las metodologías didácticas innovadoras, siendo importante el uso de herramientas para fomentar una participación más efectiva de los alumnos tanto en el aula como en las actividades de estudio autónomo. Dentro de estas metodologías destaca como positivo el uso de la red, aplicaciones, juegos, vídeos etc. [2]. Así mismo, la “gamificación”, es decir, el uso de juegos fuera de un contexto lúdico genera un impacto positivo sobre el alumnado según nuestra experiencia previa en diferentes proyectos de innovación y mejora de la calidad docente y los resultados obtenidos de las encuestas de los estudiantes [3]. El uso de herramientas de dinamización en las explicaciones en las clases magistrales, junto con juegos educativos como herramientas de aprendizaje autónomo en línea es muy prometedor debido a que permite enseñar y reforzar el conocimiento, pero quizá lo más importante, es que permite desarrollar habilidades no cognitivas como, la colaboración, creatividad, compartir experiencias y la comunicación.

En base a ello, en el presente curso académico se está realizando una actividad docente novedosa con el fin de mejorar la motivación y el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes del Grado de Farmacia, Doble Grado Farmacia y Nutrición Humana y Dietética, Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Grado de Nutrición Humana y Dietética, basada en la creación de presentaciones interactivas para dar apoyo las explicaciones en el aula y el uso de herramientas de gamificación para crear contenidos de trabajo autónomo y virtual por parte del alumno para el repaso de cada tema o bloque de temas. Entre las herramientas destacan las propias del Campus Virtual UCM, como las encuestas, cuestionarios y Vevox, así como otras aplicaciones web: Genially, Socrative, Flippity y Kahoot

La aplicación en las asignaturas del primer cuatrimestre ha sido encuestada a los alumnos para valorar la aceptabilidad con una respuesta ampliamente positiva al abordaje docente planteado en el proyecto y las impresiones recibidas por parte de los alumnos de las asignaturas del segundo cuatrimestre parecen ir en la misma línea.

### Agradecimientos

Proyecto Innova-Docencia UCM nº 234 “Gamificación y elaboración de contenidos virtuales para la dinamización en el aula y la mejora del aprendizaje”, curso 2022/23.

### Referencias

[1] I. Mateos-Aparicio, M. Sánchez-Paniagua López, E. Rodríguez-Rodríguez, J.P. Hervás-Pérez, B. Martín-Fernández, Fomentando la participación efectiva, XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial, Universidad Europea de Madrid, 2015, 659-666.

[2] I. Mateos-Aparicio, M. Sánchez-Paniagua, B. López-Ruiz, J. Raggio. Experience with digital educational tools in the University classroom, Proceedings 14<sup>th</sup> annual International Technology, Education and Development Conference, 2020, 935-939.

[3] I. Mateos-Aparicio, M.L. Pérez Rodríguez, A. Redondo Cuenca, M.D. Tenorio, M.J. Villanueva Suárez, E. Rodríguez-Rodríguez, M. Sánchez-Paniagua López. Gamification of learning through a version of the “Trivial pursuit” board game. Proceedings 10<sup>th</sup> International Conference of Education, Research and Innovation, 2017,727-733

## Uso de Instagram como herramienta docente en la asignatura Ingeniería Química

**Antonio M. Borrero-López\*, Esperanza Cortés-Triviño, Adrián Tenorio-Alfonso, María J. Martín-Alfonso, Antonio Cuadri**

Pro2TecS – Chemical Process and Product Technology Research Centre, Department of Chemical Engineering, ETSI, Campus de “El Carmen”, Universidad de Huelva, 21071 Huelva, España  
*\*am.borrero@diq.uhu.es*

La presencia de las redes sociales en la vida cotidiana tanto de profesorado como alumnado se hace más latente día a día. La cantidad de tiempo diaria que los usuarios dedican a este tipo de redes sociales es muy superior a la de hace una década, gracias a la presencia de los teléfonos de última generación, y por ello el contenido de estas redes sociales puede ser utilizado para generar conocimiento tanto dentro como fuera del aula. Además, su uso en las aulas puede suponer una herramienta de motivación, acercamiento al alumnado, divulgación y reconocimiento de su trabajo [1,2].

Teniendo en cuenta esta situación actual, el uso de Instagram como herramienta de enseñanza se ha proyectado y llevado a cabo en la asignatura de Ingeniería Química, perteneciente al grado de Química de la Universidad de Huelva (UHU), que cuenta con un total de 58 alumnos y alumnas matriculados y matriculadas, en el marco del proyecto RED-ING 4.0: ENFOCANDO LA DOCENCIA A TRAVÉS DE INSTAGRAM.

Gracias al amplio abanico de posts que pueden generarse a través de Instagram, se han producido y publicado tanto imágenes como videos, tanto por parte del profesorado como del alumnado. Los propios alumnos y alumnas han utilizado la red social para subir contenido de la asignatura (ejercicios resueltos, actividades, curiosidades, etc.), tanto por iniciativa del profesor como por iniciativa propia, de manera que se ha podido llegar de una manera más fácil y rápida al alumnado, que usa con frecuencia este tipo de red social. Además, ha permitido la divulgación de los trabajos del alumnado y por ello han podido también comparar sus resultados y metodología con los compañeros.

Asimismo, se han implementado diversos mecanismos de evaluación de los resultados de la inclusión de esta metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Ingeniería Química. A nivel cualitativo, actividades de seguimiento del trabajo en la red social, que han incluido análisis de los contenidos seleccionados, realizados y cargados por cada grupo de estudiantes, las aportaciones grupales e individuales y su aceptación por parte del resto de estudiantes. A nivel cuantitativo, se han analizado los niveles de participación e interacción y los resultados académicos en relación a cursos anteriores, que permitirán una evaluación preliminar de la capacidad de capacitación concreta de la metodología utilizada.

Finalmente, se prevén resultados muy positivos en una encuesta de satisfacción realizada a todos los agentes involucrados (tanto a estudiantes, como a profesores participantes) y que servirá como base para depurar el procedimiento y realizar una guía para el futuro uso de esta red social y/u otras en el ámbito académico.

### Agradecimientos

Este proyecto (RED-ING 4.0: ENFOCANDO LA DOCENCIA A TRAVÉS DE INSTAGRAM) y la presentación en este congreso ha sido posible gracias a la financiación obtenida en la Convocatoria de proyectos de innovación docente e investigación educativa 2022/2023 de la Universidad de Huelva.

### Referencias

- [1] J.P. Carpenter, S.A. Morrison, M. Craft, M. Lee, Teach. Teach. Educ. 96 (2020) 103149.
- [2] F. Handayani, Proc. ISELT FBS Univ. Negeri Padang. 4 (2015) 320–327.

## Interpretación de espectros y manejo de software: doble mejora educativa en el ámbito de la Química Orgánica

**Alberto Pla-López<sup>1\*</sup>, Eva Falomir<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universitat Jaume I, Av/ Sos Baynat s/n, 12071, Castelló de la Plana, España  
\*[apla@uji.es](mailto:apla@uji.es)

En el grado en Química se ha observado que los alumnos presentan algunos problemas a la hora de trabajar con los espectros de Resonancia Magnética Nuclear de protón (<sup>1</sup>H RMN) incluso en los cursos más avanzados o en su Trabajo Final de Grado. A pesar de que conocen la existencia de programas informáticos muy útiles en varios campos de la química como el ChemDraw, manifiestan una inexperiencia en su uso [1]. Así, en este proyecto se plantearon dos objetivos principales: la experiencia en cómo usar el programa ChemDraw [2] y la adquisición de una mayor habilidad en la descripción e interpretación de los espectros de <sup>1</sup>H RMN, una de las principales herramientas en la caracterización de moléculas orgánicas

Este proyecto de mejora educativa se ha implantado en las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Orgánica III, que se enmarca en el tercer curso del grado en Química. En estas sesiones se requiere de los conocimientos necesarios para interpretar y describir de forma correcta los espectros correspondientes a los productos obtenidos en cada sesión.

La metodología seguida para la implantación de la mejora ha sido la siguiente: para el primer objetivo en primer lugar se ha pasado un cuestionario para obtener información en cuanto al grado de conocimiento del mismo. A continuación, se ha mostrado un vídeo-tutorial explicando su uso [3] y, tras las tareas incluidas en las memorias de las prácticas, se ha realizado un nuevo cuestionario en el que se recibe el *feedback* por parte del alumnado. En cuanto al segundo objetivo centrado en la interpretación de espectros de <sup>1</sup>H RMN, se ha trabajado de manera individual en cada sesión los espectros de las moléculas que se manejaron en la práctica con la ayuda, también, del programa ChemDraw como herramienta.

Para evaluar la mejora implantada se ha aplicado una actividad tipo taller en la primera y en la última sesión de laboratorio. Además, se han comparado estos resultados con los obtenidos en el curso anterior a la implantación de la mejora. Éstos muestran unos valores significativamente mejores.

### Agradecimientos

- Unitat de Servei Educatiu de la Universitat Jaume I
- Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital (ACIF/2020/341)

### Referencias

- [1] M. E. Fay, N. P. Grove, M. H. Towns, S. L. Bretz, *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2007) 212.  
[2] S. Ruiz Botella, S. Ibáñez, *Science Journal of Education*, 8 (2020) 128-132.  
[3] M. Stieff, S.M. Werner, B. Fink, D. Meador, *Journal of Chemical Education* 95 (2018) 1260-1266.

## Uso de las herramientas en línea Edpuzzle y Genially para la enseñanza de la Química Orgánica

**Carlos A. Méndez-Cuesta<sup>1\*</sup>, Rodrigo Aguayo-Ortiz<sup>2</sup>, Ximena Macías-Frías<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Sistemas Biológicos, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Ciudad de México 04960, México

<sup>2</sup>Departamento de Farmacia, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, 04510, México

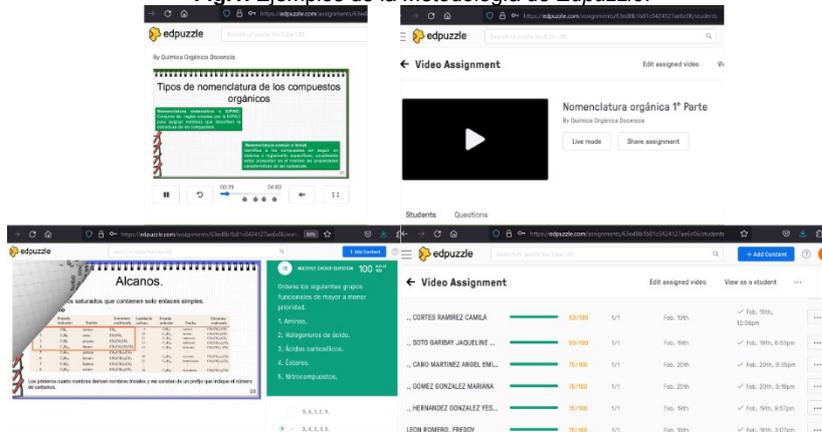
\*cmendezc@correo.xoc.uam.mx

El sistema educativo ha cambiado en su totalidad desde la pandemia de COVID-19 [1]. Como consecuencia se buscaba mantener la atención del estudiante y potenciar su habilidad para aprender de forma autodidáctica [2]. Si bien existen recursos didácticos en la web, existen nuevas propuestas de material didáctico como apoyo para el docente y permita aumentar el aprendizaje del alumno [3]. En este trabajo, se pretende mostrar la utilidad de nuevos recursos digitales para el aprendizaje autodidacta del alumno para la materia de Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos, impartido en la licenciatura de Química Farmacéutica Biológica en la UAM Xochimilco, donde se estudian los conocimientos básicos de Química Orgánica.

Dichos recursos son videos interactivos en la plataforma *Edpuzzle*, donde se abordan temas como nomenclatura, reacciones de sustitución nucleofílica, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y compuestos aromáticos. Éstos permiten reforzar el conocimiento a través de preguntas con respuestas de opción múltiple, para saber si el alumno va comprendiendo los temas. Al final, le muestra al alumno una calificación de sus conocimientos del video, con lo que le da una idea de los temas que debe reforzar (**Fig. 1**). Las infografías de *Genially* (**Fig. 2**) son empleadas como guías para asignar la nomenclatura orgánica.

En conclusión, la elaboración de recursos digitales aplicados al temario de Química Orgánica constituye un reto para la docencia, ya que no solo se debe capacitar en el campo de su conocimiento, sino también en pedagogía y en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), habilidades creativas y la capacidad de cumplir con los objetivos de aprendizaje para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tanto *Genially* como *Edpuzzle* ofrecen una interfaz innovadora, dinámica e interactiva, que se acercan a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Se debe usar como apoyo de la docencia en los temas de los Módulos IV y V, así como en la mejora en la comprensión de dichos temas. El material debe quedar a entera disposición para que sea empleado por los profesores y estudiantes que lo requieran.

**Fig.1.** Ejemplos de la Metodología de *Edpuzzle*.



**Fig.2.** Ejemplos de Infografías en *Genially*.



### Agradecimientos

Los autores agradecen a la UAM-Xochimilco y a la Facultad de Química de la UNAM, por el apoyo académico proporcionado.

### Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud. (2020). Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. (3 de diciembre del 2021). Recuperado de: <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- [2] Aguilar, M. Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 10(2), (2012) 801-811.
- [3] Roig-Vila, R. Investigación en docencia universitaria: Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa. Octaedro, (2017).

## Incorporación de procedimientos de evaluación no presencial en el Grado en Química

**Jesús F. Arteaga\*, Ana Sayago, David Guzmán**

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidad de Huelva, Campus de El Carmen 21071, Huelva, España

\*jesus.fernandez@diq.uhu.es

La situación generada por la presencia del coronavirus COVID-19 ha implicado la adopción una serie de acciones en el ámbito del modelo de enseñanza-aprendizaje para afrontar la situación excepcional y permitir un desarrollo adecuado de la actividad docente.

Uno de los puntos donde se ha puesto mayor énfasis ha sido en el desarrollo de un protocolo de adaptación de la evaluación presencial hasta un modelo de evaluación no presencial en las diferentes asignaturas y/o titulaciones. El principio que debe regir este proceso de adaptación es respetar la “evaluación formativa” cuyo propósito es obtener información acerca del progreso de un estudiante en particular, para darle retroalimentación a ese estudiante y a sus profesores, siendo un proceso mediante el cual los estudiantes ganan una comprensión de sus propias competencias y progreso, así como un proceso mediante el cual son calificados [1].

Así, hemos planteado la adaptación de procedimientos de evaluación de distintas asignaturas del Grado en Química de la Universidad de Huelva hacia procedimientos de evaluación no presencial fundamentalmente, dando más peso a los procedimientos de evaluación continua.

La implementación de esta experiencia de cambios en los sistemas de evaluación ha resultado, desde nuestro punto de vista, altamente satisfactoria. De manera general los alumnos han enfrentado la adquisición de competencias y destrezas de química orgánica y química analítica a través de las nuevas metodologías de trabajo y evaluación, sin que ello suponga una dificultad mayor, y centrando su esfuerzo en la adquisición de conocimiento.

Este tipo de protocolo de enseñanza-aprendizaje podría ser específicamente útil en docencia avanzada de teoría y de laboratorio, donde los alumnos tuvieran que diseñar su propio protocolo de trabajo y experimentación a desarrollar supervisada por el profesor.

### Referencias

- [1] The Virtual University: The Internet and Resource-based Learning. S. Ryan, B. Scout, H. Freeman, D. Patel, London: Kogan Pag., 2000.
- [2] Learning in the classroom (phase I). T.A., Angelo. A report from the Lawrence Hall of Science. Berkeley, CA (EEUU): University of California, Berkeley, 1990.

## **PRÁCTICAS DE QUÍMICA**

## Characterization of food colorants as additives used in commercial chocolate candies

**P. Reboredo-Rodríguez<sup>1</sup>□, R. Pérez-Gregorio<sup>1,2</sup>□, M. Figueiredo-González<sup>1\*</sup>, R. Rial-Otero<sup>1</sup>, C. González-Barreiro<sup>1</sup>, B. Cancho-Grande<sup>1</sup>, E. Martínez-Carballo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Vigo, Food and Health Omics, Department of Analytical and Food Chemistry, Faculty of Science, 32004 Ourense, Spain

<sup>2</sup>LAQV-REQUIMTE Department of Chemistry and Biochemistry, Faculty of Sciences, University of Porto. Rua do Campo Alegre s/n 4169-007 Porto, Portugal

□ Both authors contributed equally to this work

\*[mariafigueiredo@uvigo.es](mailto:mariafigueiredo@uvigo.es)

The Food Industry nowadays faces some challenges. There is a growing demand among consumers for safe, sustainable, nutritious and healthy foods [1]. However, these functional properties must be aligned with the organoleptic perception. Indeed, food colour is one of the most important organoleptic attributes that directly affects consumer acceptance and food selection [2]. Colour plays a pivotal role in food manufacturing contributing to the sensory attribute, being the first sensation perceived and determining not only the aesthetic value of a certain food but also the freshness and overall nutritional value.

Under this scenario, urgent needs to reinforce the relevance of food colorants in Food Industry must be addressed among food technologists and researchers. Indeed, food quality in general and food colour in particular plays an important role in Food Science and Food Chemistry teaching. The main objective of the present study is to develop a new protocol for students at 3<sup>rd</sup> course of Food Science and Technology from University of Vigo. This protocol was based on determining the additives used as colorants in coloured chocolate candies. Briefly, solid-liquid extraction methods as well as solid-phase extraction technique were taught in the frame of sample preparation. Chromatographic analysis was further performed in order to give tools for additives identification and quantification.

The main frailties and strengths were analysed after comparing the students' results with those obtained by the teachers. Overall, students showed some difficulties in data processing and treatment while the analytical techniques understanding was highlighted. Since some statistical differences were observed among students when compared with teachers' results, students showed an outstanding capacity to properly perform the analysis, in agreement with the food labelling information.

### Acknowledgments

This work was funded by the Xunta de Galicia (GRC-ED431C 2022/35). P. Reboredo-Rodríguez was supported by a postdoctoral research contract "Juan de la Cierva-Incorporación" funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (IJC2019-038895-I). R. Pérez-Gregorio would like to thank the "Ramón y Cajal" contract RYC2021-033224-I, funded by the Ministry of Science and Innovation and the National Agency for Research (0000421S140.06) from the Spain Govern (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) and the European Union under the frame of "NextGenerationEU/PRTR" funds. M. Figueiredo-González is financed as "Distinguished Researcher" by the University of Vigo (Programa de Retención de Talento 2021).

### References

- [1] C. Tachie, I.D. Nwachukwu, A.N.A. Aryee, Food Production, Processing and Nutrition 5 (2023).
- [2] M.M. Silva, F.H. Reboredo, F.C. Lidon, Foods, 11 (2022) 379.

## Punto isoeléctrico como clave para la extracción de proteínas de la Spirulina

**Silvia Villaró-Cos<sup>1,2,\*</sup>, Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>, Cristina Cerdá-Moreno<sup>1,2,3</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1,2</sup>, Tomas Lafarga<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>2</sup>CIESOL Centro de Investigaciones de la Energía Solar, Unidad Funcional Desalación y Fotosíntesis, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>3</sup>Universitat Politècnica de València, Avenida de los Naranjos s/n, 46022 Valencia, España

\*svc547@ual.es

Se espera que la población mundial incremente de los 7,7 mil millones actuales a 10 mil millones en el 2030, según las últimas estimaciones realizadas por las Naciones Unidas. Se estima que esta creciente población consumirá el doble de proteína de la que consume actualmente [1]. La mayor parte de la proteína que se consume hoy en día es de origen animal, lo que supone un problema ambiental debido a su alto impacto. En este contexto, las proteínas de origen marino se presentan como alternativa gracias a su menor impacto ambiental y a su elevada calidad. Las microalgas son especialmente interesantes como fuente de proteína y cada vez más utilizadas en la industria alimentaria. Una de las especies con mayor potencial como materia prima para la obtención de proteína es la Spirulina (*Arthrospira platensis*). Esto se debe a su alto contenido (entre 55 y 70% respecto a su peso seco) y a su rica composición de aminoácidos.

El objetivo de este trabajo es estudiar y comprender el proceso de extracción de las proteínas de la Spirulina. Dicha extracción se lleva a cabo mediante el método de solubilización/precipitación isoeléctrica asistido por ultrasonidos [2]. Para la óptima extracción de la proteína intracelular es necesario la rotura de la membrana celular con ultrasonidos, en esta práctica se realizará utilizando ultrasonidos. Una vez liberadas las proteínas debemos separarlas del resto de contenido celular. Tras la rotura células, subimos el pH de la solución hasta 10 para garantizar la solubilidad de las proteínas. Tras la recuperación del material insoluble, se ajusta el pH a 3,9 recuperando las proteínas precipitadas por centrifugación. En este paso de la extracción entra en juego el denominado punto isoeléctrico de las proteínas, definido como el pH en el cual la molécula tiene carga neta 0 y la proteína es insoluble en agua. En el caso de las proteínas de la Spirulina, el punto isoeléctrico está en torno a pH 3,9. En estas condiciones, la mayoría de las proteínas son insolubles en agua. Este extracto proteico tiene una elevada pureza conteniendo entre 90 y 95% de proteínas.

Este procedimiento puede ser una forma muy visual y sencilla de entender el concepto de punto isoeléctrico, así como ver una aplicación real de este parámetro. Este trabajo puede ser de utilidad tanto para alumnos del Grado de Química, pero también para Ingeniería Química, Biotecnología, Ciencia y Tecnología de los Alimentos o Biología.

### Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto TED2021-131511A-I00 y de la ayuda RYC2021-031061-I, ambos financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR CCM agradece al Ministerio de Universidades la ayuda Margarita Salas financiada por la Unión Europea (Next GenerationEU).

### Referencias

[1] E. Taragjini, M. Ciardi, E. Musari, S. Villaró, A. Morillas-España, F. J. Alarcón, T. Lafarga. Pilot-scale production of *A. platensis*: protein isolation following an ultrasound-assisted strategy and assessment of techno-functional properties. *Food and Bioprocess Technology*, 15(6) (2022) 1299.

[2] A. Sánchez-Zurano, A. Morillas-España, C. V. González-López, T. Lafarga. Optimisation of protein recovery from *Arthrospira platensis* by ultrasound-assisted isoelectric solubilisation/precipitation. *Processes*, 8(12) (2020) 1586.

## Determinación espectrofotométrica de fosfato en aguas

**José María Fernández Solís\***, Elia Alonso Rodríguez, Elena González Soto, Victoria González Rodríguez, Jesús Manuel Castro Romero

Departamento de Química, Área de Química Analítica, Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPIF), Universidade da Coruña (UDC), 15403 Ferrol, España

[\\*jose.maria.fsolis@udc.es](mailto:jose.maria.fsolis@udc.es)

En los planes de estudios de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (Universidade da Coruña), se incluye la asignatura de carácter obligatorio: Ingeniería Ambiental, figurando en su programa el tema 2 "Contaminación de las aguas" [1]. En este tema, como indica la guía docente, se tratan los apartados: parámetros de calidad de las aguas y parámetros generales indicadores de la contaminación. En la asignatura en cuestión, se realizan varias prácticas de laboratorio relacionadas con los apartados antes citados, entre las que se encuentra: "Determinación de fosfato en aguas".

Los compuestos de nitrógeno y de fósforo forman parte de los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal, incluyendo las plantas acuáticas. El enriquecimiento desmesurado del agua en estos nutrientes se denomina eutrofización. Se considera al fósforo responsable principal de este fenómeno en aguas de lagos y embalses, originando contaminación por descomposición del exceso de la población vegetal producida, lo que conlleva una reducción drástica del nivel de oxígeno disuelto. De ahí el interés de evaluar la concentración de ion fosfato (forma principal del fósforo en las aguas), expresada en g/L [2].

En el presente trabajo se describe un procedimiento rápido, sencillo y económico para la determinación de este anión mediante la técnica de espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible (UV-VIS) [3].

En disolución diluida de ion fosfato, el molibdato de amonio reacciona en medio ácido para formar el heteropolíacido: molibdofosfórico. En presencia de vanadio, produce ácido vanadomolibdofosfórico de color amarillo [4]; su intensidad de color es proporcional a la concentración de ion fosfato. Inicialmente, a partir de una disolución patrón de fosfato, se preparan disoluciones de diversas concentraciones que permitan construir una recta de calibrado, midiendo la absorbancia a la longitud de onda de 405 nm. Obtenida la recta de calibrado, se prepara la disolución de una muestra, se mide la absorbancia y se determina su concentración en ion fosfato [5]. Finalizado el procedimiento experimental y los cálculos precisos, con el fin de verificar si el alumnado ha entendido y asimilado los conocimientos expuestos, éste resolverá unas cuestiones en relación con el desarrollo de la práctica y con su fundamento teórico.

Finalmente, se hace hincapié en los métodos de separación del ion fosfato de las aguas [2] y en los aspectos analíticos de esta práctica, a saber: a) fundamento de la espectrofotometría de absorción UV-VIS y manejo de los equipos para llevarla a cabo [6]; b) conocimiento de los métodos de calibración en el análisis instrumental [6]; c) realización de rectas de calibrado y obtención de la concentración de ion fosfato en muestras problema, con el apoyo de programas estadísticos [7]; d) visualización de la posible aplicación de otros métodos de espectrofotometría UV-VIS para el análisis de especies (moleculares o iónicas) disueltas en las aguas, métodos que son ventajosos en cuanto a sensibilidad y selectividad [6].

### Referencias

- [1] Guía docente de la asignatura Ingeniería Ambiental de los Grados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Escola Politécnica de Enxeñaría, Universidade da Coruña. Curso 2022-23.
- [2] Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química. C. de la Fuente (Eds.), Madrid, Thomson Editores Spain-Paraninfo, S.A., 2003.
- [3] Química Analítica General, Cuantitativa e Instrumental (7ª Edición). F. Bermejo (Eds.), Madrid, Paraninfo, S.A., 1991.
- [4] Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WPCF (Eds.), Madrid, Ediciones Díaz de Santos, S. A., 1992.
- [5] Experimentos de Química. Aplicaciones a la Vida Cotidiana. F Vinagre (Eds.), Calamonte, Filarias, 2006.
- [6] Fundamentos de Química Analítica (8ª Edición). I. Capella (Eds.), Madrid, Thomson Editores Spain-Paraninfo, S.A., 2005.
- [7] Estadística Sencilla para Estudiantes de Ciencias. C. Seoane (Eds.), Madrid, Editorial Síntesis, S. A., 2012.

## La química del Gin-tonic o cómo hablar de fluorescencia

**Silvia Villaró-Cos<sup>1,2</sup>, Ana Sánchez Zurano<sup>1,2,\*</sup>, Cristina Cerdá-Moreno<sup>1,2</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1,2</sup>, Tomás Lafarga<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>2</sup>CIESOL Centro de Investigaciones de la Energía Solar, Unidad Funcional Desalación y Fotosíntesis, Carretera de Sacramento SN, 04120, Almería, España

<sup>3</sup>Universitat Politècnica de València, Avenida de los Naranjos s/n, 46022 Valencia, España

\*asz563@ual.es

Según estudios actuales, el número de estudiantes universitarios en los países europeos no ha parado de crecer en los últimos años. Sin embargo, este hecho contrasta con el descenso de alumnos que se matriculan en carreras universitarias relacionadas con áreas de Ciencias y Tecnología. Durante las primeras etapas educativas, las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes son positivas, sin embargo, su desinterés va aumentando a medida que pasan los años [1]. En este contexto, los docentes deben ser portadores de los conocimientos y estar actualizados en los campos de investigación más relevantes de la Química, pero además contar con la creatividad necesaria que consiga motivar a los alumnos [2]. En este trabajo se propone una práctica de laboratorio para la asignatura de Química de los primeros cursos de las enseñanzas en ciencia, de bajo coste y fácil ejecución.

El gin-tonic es una bebida que se ha puesto de moda en los últimos años. Es muy común ver en los bares y restaurantes, consumidores pidiendo los gin-tonics de "color azul". La culpable de este fenómeno es la fluorescencia de la quinina, un alcaloide que durante años se usó como terapéutico contra la malaria y que se usa para aromatizar el refresco carbonatado que conocemos como agua tónica. La quinina muestra un comportamiento fluorescente cuando es excitada con luz ultravioleta [3]. En la práctica, la quinina, al ser un compuesto fluoróforo, se puede medir mediante un espectrofotómetro UV-visible, al ser excitada a 350 nm, con el máximo pico de emisión a 450 nm [4]. Por tanto, durante el desarrollo de la práctica, el alumnado debe preparar disoluciones de tónica a concentraciones crecientes para poder observar como la absorbancia en ese rango aumenta al aumentar la concentración de tónica en la disolución.

La realización de esta sencilla práctica de laboratorio permitirá al profesorado introducir conceptos básicos de química como, el concepto de fluorescencia, la diferencia entre la fluorescencia y fosforescencia y la explicación de ambos mediante el Diagrama de Jablonski. Esta práctica no tiene que limitarse únicamente a estudiantes de Química, también puede aplicarse a estudiantes de Biotecnología o Ciencias de los Alimentos.

### Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto TED2021-131511A-I00 y de la ayuda RYC2021-031061-I, ambos financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR. ASZ agradece a la Universidad de Almería por el Contrato Puente 2022 y al CEIMAR por el Proyecto Jóvenes Doctores 2022 (ALGABIOTIC) y CCM agradece al Ministerio de Universidades la ayuda Margarita Salas financiada por la Unión Europea (Next GenerationEU).

### Referencias

- [1] A.R. Esteve, J. Solbes, El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios, Enseñanza Las Ciencias Rev. Investig. y Exp. Didácticas. (2017) 573
- [2] M.C.O. Riofrío, H.C. Villacrés, M.M. Maliza, X.C. Oña, J.X.I. Quintana., Problemas actuales en la enseñanza de la Química a alumnos de bachillerato., Dilemas Contemp. Educ. Política y Valores. (2019).
- [3] S. Vallmitjana, I. Juvells, A. Carnicer, Gin-tonic: Fluorescencia en un bar de copas, Opt. Pura y Apl. 48 (2015) 105.
- [4] M. Milla González, E. Espada Bellido, D. Bellido Milla, Contenido de quinina en un agua tónica mediante fluorescencia molecular. Práctica de laboratorio interactiva, (2020).

## Haciendo espectros con una caja de zapatos

**Pedro Alberto Enríquez Palma<sup>1,\*</sup>, María Pilar Puyuelo García<sup>1</sup>, Francisco Javier Guallar Otazúa<sup>1</sup>, José Ángel Martínez González<sup>2</sup> y María Larriva Hormigos<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidad de La Rioja, Logroño, España.

<sup>2</sup>Departamento de Química y Bioquímica, Universidad CEU San Pablo, Madrid, España

\*pedro.enriquez@unirioja.es

La obtención de un espectro atómico o molecular en el laboratorio de prácticas es una actividad muy interesante para los alumnos de Química y Física. Por una parte, se muestra un ejemplo de cómo se utilizan las técnicas de espectroscopia aplicada en disciplinas de la Química y la Física.

Por otra parte, es una experiencia didáctica ideal para introducir algunos conceptos teóricos fundamentales, mientras se aprende el uso de los espectros de absorción y emisión para detectar distintas especies químicas.

El uso de espectroscopio o un espectrofotómetro de bajo coste que los estudiantes puedan construir en el laboratorio o en casa [1] permite obtener espectros fácilmente y muy adecuados para el desarrollo de la actividad. En esta, además de descubrir y mejorar las habilidades en el laboratorio, se facilita la comprensión de los fundamentos de la técnica experimental debido, en parte, a una mayor implicación del alumno en el experimento – *ellos han construido el instrumento*–.

A diferencia del espectroscopio artesanal, los espectroscopios comerciales tienen un coste elevado, que limita su accesibilidad en los laboratorios de educación secundaria, y la instrumentación es compleja y poco intuitiva, de forma que requieren cierto entrenamiento su uso con seguridad y eficiencia. En general, por ejemplo, en la docencia del Grado en Química, los estudiantes utilizan estos equipamientos de una manera mecánica y con un aprendizaje más superficial.

Las posibilidades docentes de este tipo de dispositivos artesanales se pueden ampliar si además se utilizan sensores (teléfono móvil) y técnicas de análisis de imagen y video. Los futuros profesores de enseñanza secundaria debieran considerar las posibilidades que les ofrecen este tipo de diseños con el fin de enriquecer su futura práctica docente. En esta contribución se describe una actividad práctica desarrollada en la asignatura Complementos de Formación Disciplinar, Física y Química, del Máster de Formación de Profesorado de Enseñanza Secundaria en la UR en la que los alumnos montan un espectroscopio con materiales de bajo coste, registran los espectros de emisión de distintas lámparas (hidrógeno, neón, fluorescentes, etc) y, utilizando el programa de análisis de imagen Tracker[1], extraen los espectros. Además, reflexionan sobre su posible aplicación en la docencia de secundaria.



**Fig.1.** Imagen del espectro y análisis de una lámpara de hidrógeno obtenida por los alumnos

### Referencias

- [1] Michelle L. Kovarik, Julia R. Clapis, and K. Ana Romano-Pringle, Journal of Chemical Education 97 (2020) 2185.  
 [2] TRACKER. Tracker. Video Analysis and Modelling Tool. <https://physlets.org/tracker/> (consultada: 28/04/2023)

## 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

Mancilla Estupiñán, Robinson A.<sup>1,3\*</sup>, Alonso Rueda, Diego A.<sup>1</sup>, Tarazona Santamaría, Claudia L.<sup>1</sup>, Sánchez Castro, Zamir.<sup>1,5</sup>, Sanabria Cala, Javier A.<sup>1,2,4</sup>, Merchán Quintero, Sergio A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo Ambiental de Investigación Aplicada, Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Corrosión, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

<sup>3</sup>Institución Educativa Gabriela Mistral, Bucaramanga, Colombia

<sup>4</sup>Colegio Integrado San Antonio, California, Colombia

<sup>5</sup>Colegio Portugal, Lebrija, Colombia

\* *coordinador.petroquimica@udes.edu.co*

El uso de fertilizantes químicos genera toxicidad de aguas superficiales y subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y ecosistemas, desequilibrios biológicos, reducción de la biodiversidad y eutrofización [2,3,4]. El aprovechamiento de residuos orgánicos como fuentes de nutrientes para la formación de biofertilizantes, mediante la precipitación de nitrógeno y fósforo en forma de estruvita ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) presentes en digeridos obtenidos de proceso de digestión anaeróbica. La estruvita ha demostrado ser una alternativa para la recuperación de suelos con deficiencia de nutrientes. Por lo anterior, el programa de Ingeniería Petroquímica de la Universidad de Santander (UDES) viene desarrollando un proyecto integrador teórico-práctico el cual apunta al conocimiento de Química Verde como alternativa en la mitigación del problema expuesto, mediante la valorización de digeridos obtenidos de residuos orgánicos con posterior precipitación de minerales en forma de estruvita. Este proyecto está basado en aprendizaje activo, en el cual los estudiantes hacen parte del proceso enseñanza-aprendizaje en un modelo constructivista mediante búsqueda de información, visitas técnicas, laboratorios y aplicación de productos. Para esto se seleccionaron las asignaturas con temáticas afines al proyecto integrador, en las cuales se impartieron cátedras pedagógicas sobre Química Verde, química del suelo, fertilizantes y su problemática ambiental, recuperación de suelos, digestión anaeróbica, obtención de biofertilizantes a partir de digeridos y estruvita. Así mismo, se realizó una visita técnica donde los estudiantes pudieron conocer un sistema de digestores para el tratamiento de residuos agroindustriales. Se tomaron muestras del digerido y fueron llevadas a laboratorio, donde se caracterizaron y se sometieron a un proceso de precipitación de estruvita. El biofertilizante obtenido fue caracterizado y aplicado en plantas para evaluar su efectividad. Los resultados del proyecto integrador demuestran una apropiación del conocimiento de los estudiantes sobre Química Verde y Biofertilizantes. Se evidencia un mayor interés en los estudiantes en desarrollar sus proyectos de grado en temas relacionados con el aprovechamiento de residuos orgánicos. Además, este proyecto ha permitido al programa de Ingeniería Petroquímica acercarse más al sector productivo mediante propuestas de solución a problemas como el manejo de residuos. Finalmente, el biofertilizante obtenido (estruvita) demostró cualidades similares a los fertilizantes químicos en el desarrollo de plantas.

### Agradecimientos

A la Universidad de Santander (UDES) por brindar espacios que permiten la formación de personas integras para un bien común ambiental.

### Referencias

[1] P. González, Biblioteca del congreso nacional de Chile, asesoría técnica parlamentaria, (2019)

[2] J. M. Herrero, Bolivia: GTZ-energía, (2008)

[3] L. Liu, Xi. Zheng, X. Wei, Z. Kai, Y. Xu, Scientific Reports, 11 (2021)

[4] O. A. Grageda, A. Díaz, J. J. Peña y J. A. Núñez, Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3 (2012)

## EL MENÚ QUÍMICO

**José Antonio Badenes March<sup>1,\*</sup>, Mario Llusar Vicent<sup>1</sup>, Guillermo Monrós Tomás<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitat Jaume I, Av Vicente Sos Baynat s/n, 12071 Castelló de la Plana, España

\*jbadenes@uji.es

La LOMLOE indica que para el desarrollo competencial resulta imprescindible adquirir los conocimientos básicos del trabajo científico. Para ello, se incluye el bloque 1 de saberes “Metodología de la ciencia”, de naturaleza transversal en el que los trabajos prácticos son imprescindibles. El presente trabajo se enmarca en la Especialidad de Física y Química del Máster de profesorado de la Universitat Jaume I y tiene como objetivo presentar a los futuros docentes diferentes enfoques en los trabajos prácticos: experiencias ilustrativas, interpretativas tipo POE (predicción, observación, explicación) e investigativas [1]. En ellos, la indagación es el eje vertebrador de todo el proceso, siendo el alumno el principal protagonista y actuando el profesor como guía en todo el momento.

El saber ácido-base es trabajado (2 sesiones de cuatro horas) a partir de un producto natural como la Col lombarda [2]. La situación de aprendizaje que se plantea es la creación de un Menú Químico (producto final): aperitivo, plato principal y postre.

Primero se programa una experiencia ilustrativa: hielo, hielo + sal. En segundo lugar se plantea una práctica investigativa [3]: ¿Cómo clasificar las sustancias? Con diferentes fases: Planteamiento, planificación, realización, evaluación y comunicación. Entre la fase de planteamiento y planificación se define el aperitivo: papelitos para preparar gaseosa en casa. Después de la fase de planificación, en la de realización, se identifican sustancias caseras como ácidos o bases (POE): vinagre, sulfamán, lejía, amoníaco... Finalmente se les plantea como plato principal hacer huevos (fritos o tortilla) de colores (verde, rojo). Para finalizar se propone como postre helado. Para ello se remite al alumno a la práctica ilustrativa inicial. Todos toman su menú.

Los saberes trabajados en esta práctica pueden adaptarse a los diferentes niveles de ESO y Bachillerato por lo que es muy adecuada para los futuros docentes. Además, resulta muy motivadora y gratificante tanto para los alumnos como para el profesor.

**Fig.1.** Huevos de colores preparados por los alumnos



### Agradecimientos

A la “Unitat de Formació i Innovació Educativa (UFIE)” y Vicerectorado de Estudios y Docencia de la Universitat Jaume I de Castellón, por la concesión del Proyecto de Innovación Educativa 47347/23

### Referencias

- [1] Física y Química, Investigación, innovación y buenas prácticas. Caamaño A (coord.), Barcelona, Editorial Graó, 2011.
- [2] Val-Castillo O., Enseñanza de la Química, 116, (2020), 88 .
- [3] González L., Crujeiras B., Enseñanza de las Ciencias, 34 (2016) 143. .

## Determinación experimental de la cinética de inmisión de gas radón a través de suelos

S. Urréjola-Madriñán\*, L. González-Gil, L. Febrero, A. González-Gil, M.A. Gómez

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, Grupo de Ingeniería Térmica y Ambiental (InTeam),  
Plaza de España, s/n 36920 Marín, España  
\*urrejola@ cud.uvigo.es

El radón se genera continuamente a partir de la desintegración del uranio presente en las rocas. Al tratarse de un gas, se exhala a la atmósfera con mayor o menor facilidad dependiendo de la permeabilidad del subsuelo y las condiciones atmosféricas. Cuando penetra en espacios cerrados, como las viviendas, tiende a acumularse lo que supone graves riesgos para la salud [1]. La práctica de laboratorio propuesta presenta un objetivo múltiple: profundizar en la problemática asociada al radón, identificar posibles focos de entrada del gas en espacios interiores y determinar su cinética de inmisión a través del suelo.

El montaje experimental y los materiales necesarios son simples y económicos (Fig. 1). En primer lugar, se debe realizar una división del suelo a estudiar (puede ser en un aula o laboratorio en la planta baja del edificio) y seleccionar los puntos de medida más representativos. Cada grupo de prácticas se encargará de realizar la medida en un punto concreto y del tratamiento de datos correspondiente (Fig. 2, izquierda). Finalmente, de forma colaborativa, todos los grupos pondrán en común sus resultados y crearán un mapa de la superficie en estudio con la tasa de inmisión de todos los puntos (Fig. 2, derecha), pudiendo identificar así los principales focos de entrada del radón al aula/laboratorio.



Fig.1. Montaje experimental para determinar la cinética de inmisión de radón (UNE-EN ISO 11665-7).



Fig.2. Determinación de la cinética de inmisión superficial (mBq/m<sup>2</sup>·s) en un punto (izquierda) y resultados obtenidos en toda la superficie monitoreada (derecha).

### Agradecimientos

Los autores agradecen al CUD-ENM el apoyo y la financiación recibida con el proyecto PICUD-2022-03.

### Referencias

[1] H. Zeeb, F. Shannoun. Manual de la OMS sobre el radón en interiores (2015).

## Reducción de arseniato y oxidación de arsenito de sodio para el análisis de aguas contaminadas por arsénico

**Denise Raddatz-Mota<sup>1,\*</sup>, Ricardo Cerón-Cardelas<sup>2</sup>, Fernando Rivera-Cabrera<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina C.P. 09340, Del. Iztapalapa, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana - Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga No. 4871, Col. Santa Fe Cuajimalpa C.P. 05348, Del. Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, México.

\*deniseraddatz@gmail.com

La presencia natural de As en aguas subterráneas se debe a las interacciones agua-suelo, así como por la oxidación del mineral arsenopirita [1]. Los efectos del As en la salud humana derivan en ceguera, cáncer de piel, entre otras [2]. La OMS recomienda como límite 0.01 mg/L de As para el agua potable [3]. En México, existen mantos de agua con concentraciones de As mayores a 0.05 mg/mL, lo que representa un problema ya que en algunos casos esta agua abastece a poblaciones rurales, donde el As se encuentra en forma inorgánica, como arseniato (As V) y arsenito (As III). Por lo general, el arsenito es la especie predominante y más tóxica [4]. Lo anterior resalta la importancia de monitorear la presencia y concentración de As.

Debido a su bajo costo y al uso de equipo asequible en laboratorios de docencia de algunas Universidades, la prueba de azul de molibdeno (MB) puede ser empleada para la identificación y cuantificación de As en agua, plantas y alimentos.

El objetivo de esta práctica es la reducción de arseniato y oxidación de arsenito de sodio y su caracterización espectrofotométrica empleando el MB en un modelo de agua sintética.

El arseniato y el fosfato forman complejos arsenomolibdato y fosfomolibdato con espectros similares y máximos de absorción entre 875 y 880 nm [5]. Considerando que el arsenito (As III) no produce un complejo coloreado con el molibdato, se debe oxidar a arseniato (As V). La absorbancia se medirá a 880 nm en todas las pruebas. Los alumnos prepararán soluciones de trabajo de As (V) y As (III), disolviendo arseniato de sodio ( $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ) y arsenito de sodio ( $\text{NaAsO}_2$ ) grado analítico en agua desionizada. De una solución estándar de As (III) proporcionada por el laboratorio obtendrán un estándar secundario. Acidificarán todas las muestras (se harán triplicados) con HCl al 1 % y añadirán amortiguador de fosfato de potasio, la adición del amortiguador permitirá el desarrollo del color y mediciones más precisas [5]. Para el análisis de las muestras, tomarán tres alícuotas y colocarán cada alícuota en tubos de ensayo; a la primera muestra (As estándar) agregarán solo agua destilada, a la segunda muestra (As III) añadirán el agente oxidante ( $\text{KIO}_3$ ), y a la tercera muestra (As V) añadirán el agente reductor de Johnson [6]. Agitarán los tubos e incubarán la reacción durante 15 min. Añadirán a cada tubo ácido ascórbico, agitarán y agregarán el reactivo azul de molibdeno [5]. Agitarán e incubarán la reacción durante 30 min. Medirán la absorbancia de cada tratamiento por triplicado (celdas de cuarzo) en un espectrofotómetro UV-Visible y graficarán los máximos de absorbancia y discutirán.

### Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y al CONACyT por el apoyo brindado.

### Referencias

- [1] Smedley P.L. y Kinniburgh D.G., *Applied Geochemistry* (2002) 517-568.
- [2] Das J. y Sarkar P., *Environmental Science: Water Research & Technology* (2016) 693-704.
- [3] Kiso Y., Asaoka S., Kamimoto Y., *et al.*, *Journal of Environmental Chemical Engineering* (2015) 40-45.
- [4] Meng, X. G., C. Y. Ying, G.P. Korfiatis., Washington D.C.: American Chemical Society (2003) 70-83.
- [5] Dhar R. K., Zheng Y., Rubenstone J., *et al.*, *Analytica Chimica* (2004) 203-209.
- [6] Johnson, D.L., y M.E.Q. Pilson., *Analytica Chimica* (1972) 289-299.

## Identificación del triptófano presente en jugo de piña (*Ananas comosus*) mediante cromatografía en capa fina

**Denise Raddatz-Mota<sup>1,\*</sup>, Ricardo Cerón-Cardelas<sup>2</sup>, Fernando Rivera-Cabrera<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina C.P. 09340, Del. Iztapalapa, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana - Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga No. 4871, Col. Santa Fe Cuajimalpa C.P. 05348, Del. Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, México.

\*deniseraddatz@gmail.com

Los jugos de fruta son ampliamente consumidos en todo el mundo debido a su gran aporte a la dieta humana, por tal razón es un negocio rentable en la industria alimentaria [1]. Entre los aportes nutricionales que brinda la ingesta de jugos de fruta de mango, piña y mora se encuentra el aminoácido esencial triptófano (Trp) [2], precursor de la síntesis de serotonina, neurotransmisor regulador de diferentes funciones fisiológicas [3]. Lo anterior hace necesaria la identificación de Trp en la industria alimentaria. Si bien, en la actualidad existen métodos como HPLC, fluorimetría y pruebas electroquímicas [4], entre otros. Estos métodos requieren de equipos costosos no accesibles para los laboratorios de docencia. Por lo tanto, la estandarización del método colorimétrico por cromatografía en capa fina (TLC) resulta una excelente opción para la detección de Trp en alimentos.

En TLC, la separación de los componentes de una muestra depende de la interacción de cada componente respecto a las fases estacionaria y móvil. La fase estacionaria es una capa de material adsorbente, en este caso celulosa y la móvil una mezcla de disolventes orgánicos y agua. La fase móvil se desplaza hacia arriba por capilaridad y los componentes de la muestra recorren distancias diferentes en función de sus afinidades por dichas fases. Para identificar un compuesto, se compara el factor de retención ( $R_f$ ) de los puntos que aparecen en la placa contra el del compuesto conocido.

En esta práctica, los alumnos identificarán de manera cualitativa la presencia de Trp de dos fuentes de jugo de piña: a) natural y b) jugo industrializado, empleando TLC. Colocarán 5 mL de cada muestra problema en tubos eppendorf y centrifugarán a 5000 rpm durante 5 min, posteriormente, colocarán 1 mL de cada sobrenadante en tubos nuevos y añadirán 3 mL de etanol y centrifugarán. El papel Whatman No. 1 (15 x 20 cm) se dividirá en tres puntos de aplicación y con tubos capilares depositarán 4 gotas de cada sobrenadante en su correspondiente punto, en el tercer punto depositarán el mismo número de gotas de la solución de referencia (L-Trp) y dejarán secar durante 10 min. El desarrollo de la cromatografía será ascendente, con fase móvil EtOH:agua:amoníaco (70:20:10). Usarán como revelador el reactivo de Ehrlich, que rociarán con atomizador y observarán manchas color violeta que poco a poco se tornarán color naranja pálido [5].

El resultado permite calcular el  $R_f$  de las muestras problema vs el standard, siendo el  $R_f$  un concepto relacionado con la química y las ciencias biológicas.

### Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y al CONACyT por el apoyo brindado.

### Referencias

- [1] Dasenaki, M., y Thomaidis, N., *Molecules*, 24(6) (2019) 1014.
- [2] Pranil, T., *et al.*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 103 (2021) 104109.
- [3] Silber, B. Y., y Schmitt, J. A., (2010). *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 34(3) (2010) 387–407.
- [4] Çevikkalp, S. A., Löker, G. B., Yaman, M., Amoutzopoulos, B., *Food chemistry*, 193 (2016) 26–29.
- [5] Chiriboga, J., y Velásquez, D., *Anales De La Facultad De Medicina*, 40(2) (1957), 489–503.

## **Feedback formativo como herramienta de mejora para el aprendizaje de la Química Física**

**Juanjo Mateu-Campos<sup>1,\*</sup>, Rosa Llusar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química Física y Analítica, Universitat Jaume I, Avinguda de Vicent Sos Baynat s/n, 12071, Castelló de la Plana, España.

\*camposj@uji.es

Uno de los principales retos de la enseñanza es como aplicar los conocimientos adquiridos en el aula al laboratorio. En el caso de la Química Física, durante los últimos cursos se ha observado la dificultad por parte del alumnado de identificar y plasmar, en un caso práctico tanto experimental, como computacional, los conceptos impartidos en las clases teóricas de espectroscopía.<sup>[1],[2]</sup>

Por este motivo, durante el curso académico vigente se ha aplicado a un grupo de alumnos de tercer curso matriculados en la asignatura de espectroscopía una metodología didáctica compuesta por diferentes actividades basadas en el *feedback* formativo.

En primer lugar, antes de cada práctica los alumnos realizan un ejercicio de carácter teórico que les ayude a establecer unos conocimientos básicos aplicables durante la sesión. Por otro lado, también se ha implementado un sistema de corrección de las memorias de laboratorio. Para ello, el estudiante presenta una primera versión no puntuable del trabajo que se corrige y los errores o aspectos a mejorar se comentan con el alumno, que tendrá la oportunidad de implementarlos en una versión final. Los resultados obtenidos de la aplicación de esta mejora didáctica se presentarán en este trabajo.

### **Agradecimientos**

Los autores están agradecidos por la financiación a cargo de la USE-UJI.

### **Referencias**

[1] Linn, M. Enseñanza de las Ciencias, 20 (2002) 347

[2] A. Tomás-Serrano and J. Hurtado-Perez, An. Quím. 115 (2019) 421

## Flipped Classroom en las prácticas de laboratorio

**Paula Henarejos-Escudero\***, Pedro Martínez-Rodríguez, Samanta Hernández-García,  
M. Alejandra Guerrero-Rubio, Fernando Gandía-Herrero

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A, Unidad Docente de Biología, Facultad de Veterinaria. Regional Campus of International Excellence "Campus Mare Nostrum". Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

\*paula.henarejos@um.es

Este proyecto promueve la enseñanza en la modalidad semipresencial e impulsa el uso de "flipped classroom" o clase invertida [1] como metodología docente en las prácticas de laboratorio de Bioquímica de la Universidad de Murcia.

Se pretende fomentar el aprendizaje colaborativo entre el alumnado, utilizando la clase invertida como punto clave, de esta forma los y las estudiantes son protagonistas de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, este proyecto se basa en incorporar la metodología de clase invertida, donde la participación del alumnado es esencial, y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el contexto de las prácticas de laboratorio.

Este proyecto se divide en tres fases (Fig. 1): Una primera fase que se realiza en casa de forma individual: visualización de videos explicativos y lecturas de información recomendadas, consultas a la profesora de forma telemática, búsqueda de información y elaboración del protocolo de prácticas (trabajo autónomo). Una segunda fase que se corresponde con la presencialidad de las prácticas, que conlleva la coevaluación del protocolo elaborado individualmente y el trabajo colaborativo entre el alumnado durante la sesión práctica. Y una tercera fase que consta en responder un cuestionario de forma conjunta entre las personas componentes del grupo de trabajo y la entrega de forma virtual del mismo. Al finalizar las prácticas se les animó a responder una encuesta voluntaria y anónima on-line mediante formularios de Google con 12 preguntas para obtener un *feedback* del proceso.



Fig.1. Diagrama del plan de trabajo

### Agradecimientos

Este proyecto de innovación docente se desarrolló en la Convocatoria para Promover Proyectos y Acciones de Innovación y Mejora en la Universidad de Murcia para el curso 2021/2022. P. H.-E. tiene un contrato financiado por la Universidad de Murcia (España) y P.M.-R. tiene un contrato financiado por la Fundación Séneca (España). Los autores agradecen la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2021-122896NB-I00) (MCI/AEI/FEDER, UE).

### Referencias

[1] Marqués, M, XXII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Almería, 2016.

## Cuestiones previas en Aula Virtual en los laboratorios de Química Orgánica

**Santiago Rodríguez\***, Florenci V. González, Lledó Bou, Juan F. Miravet, Laura Agost, Diego De la Hoz, Adrián Fdez. de la Pradilla

<sup>1</sup>Universitat Jame I, Av. Vicent Sos Baynat, s/n 12071 Castellón de la Plana, España

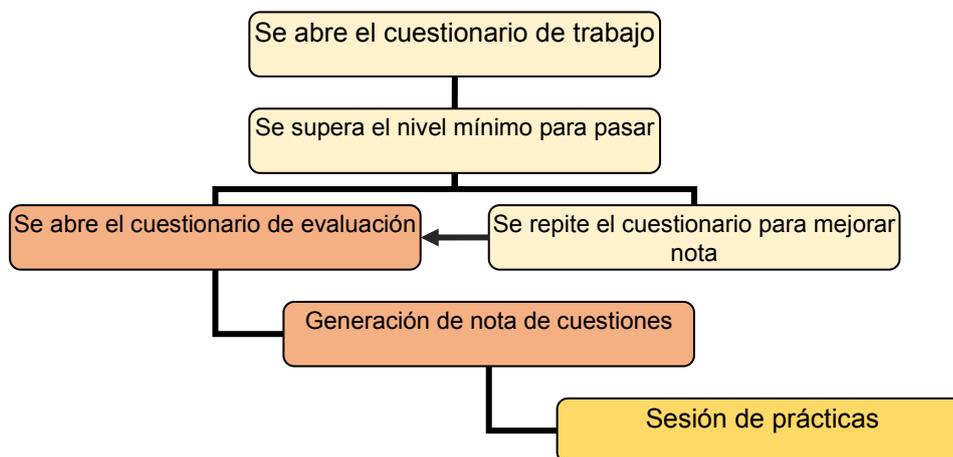
\**rodrigue@uji.es*

En las prácticas de laboratorio en los nuevos planes de estudio tras la reforma de Bolonia se ha producido una notable reducción de horas de trabajo. Como remedio paliativo se han introducido en el guion de prácticas una serie de preguntas previas que acompañan a los procedimientos y experimentos que se desarrollan en cada una de las sesiones de laboratorio. El objetivo de éstas es; intentar que los estudiantes lean con detalle los procedimientos, recordar los conocimientos teórico-prácticos y finalmente recordar las normas de seguridad para el trabajo en un laboratorio químico.

Cualquiera de los formatos utilizados para recoger estas cuestiones previas en nuestros laboratorios presenta una serie de inconvenientes que debilitan o anulan el efecto buscado. Existe una gran dificultad para corregir estas cuestiones antes de comenzar los laboratorios, en bastantes ocasiones las contestaciones no son correctas, completas u originales. Otro problema surge con los distintos criterios de corrección empleados por los profesores.

Como alternativa se han introducido cuestiones previas en el Aula Virtual de la asignatura para cada sesión de laboratorio, aprovechando el potencial de esta herramienta [1]. En cada sesión se pueden realizar dos tipos de ejercicios; en primer lugar ejercicios de preparación, estos se pueden repetir múltiples veces y se auto corrigen al finalizar cada intento; en segundo lugar los ejercicios de evaluación, con el mismo formato que los anteriores y que sólo se pueden hacer una vez. Ambos se completan y corrigen antes de la sesión de laboratorio.

**Fig.1.** Organización del trabajo con cuestiones en Aula Virtual



### Agradecimientos

Proyecto de Innovación Educativa *Universitat Jaume I* 47283/23

### Referencias

- [1] Piovesan, S. D.; Passerino, L. M.; Pereira, A. S. Virtual Reality as a Tool in Education. International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA), Madrid, Spain, Oct 19–21, 2012; pp 295– 298

## Técnicas de Aprendizaje Activo basado en la Investigación científica: Aplicación en los Laboratorios de Química

**Ana Sayago\***, Raúl González Domínguez, David Guzmán, Ángeles Fernández Recamales.

Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, Avd. Tres de Marzo s/n, 21071, Huelva, España.

\*ana.sayago@dqcm.uhu.es

Actualmente la metodología didáctica más extendida entre el profesorado universitario para el desarrollo de las clases de laboratorio sigue siendo fundamentalmente unidireccional, en la que el estudiante se limita básicamente a seguir las pautas indicadas en los protocolos de prácticas previamente elaborados por el equipo docente de la asignatura, ya que los contenidos de los mismos no se encuentran recogidos en uno o unos pocos textos de consulta, sino que aparecen dispersos en multitud de documentos de diversa índole. Dentro del marco de este tipo de actividades, el aprendizaje autónomo parece una competencia consolidada si se tiene en cuenta que el alumno participa activamente en el desarrollo de las mismas. No obstante, el conocimiento del fundamento teórico mediante la búsqueda de información a partir de los recursos disponibles, favorecería la motivación del alumnado que no se limitaría sólo a seguir los protocolos.

El planteamiento de las prácticas de laboratorio como la resolución de un problema real permite iniciar al alumnado en el ámbito de la metodología de investigación científica [1]. Para alcanzar estos objetivos, el alumno debe proponer el método más adecuado para resolver el problema en base a la bibliografía científica existente, y posteriormente llevar a cabo la experimentación necesaria en el laboratorio. Este proceso de aprendizaje activo [2] implica un mayor protagonismo por parte del estudiante en las prácticas de laboratorio, mediante la búsqueda de información y la aplicación de los conocimientos previamente adquiridos para la resolución de un caso práctico, no limitándose a repetir mecánicamente un "protocolo de laboratorio" previamente elaborado por el profesor, y posteriormente llevar a cabo la experimentación necesaria en el laboratorio, favoreciendo así la motivación, el aprendizaje colaborativo y cooperativo. Esta metodología permite un entrenamiento del alumno para la posterior realización de los Trabajos Fin de Grado (TFG) y Trabajos Fin de Máster (TFM), los cuales constituyen una exigencia curricular para optar al correspondiente título profesional, ya que permite al estudiante la familiarización con el uso de recursos y herramientas necesarias para el desarrollo de los mismos, así como para su futuro profesional. Esta metodología potencia la creatividad y originalidad, así como una mayor autonomía en el estudiante, habilidades que son imprescindibles para cualquier investigador.

### Referencias

[1] M. Prince, Journal of Engineering Education, 93 (2004) 223-232.

[2] R. Middleton, Nurse Education in Practice, 13(2) (2013) 83-88.

## Práctica de laboratorio: formulación y ensayos de pinturas

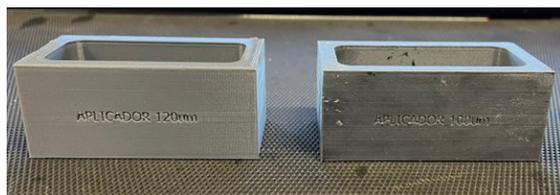
**S. Urréjola-Madriñán\***, R. Devesa-Rey, J. Rodríguez, A. Cacabelos, J. P. Vallejo

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, Grupo de Ingeniería Térmica y Ambiental (InTeam),  
Plaza de España, s/n 36920 Marín, España  
\*urrejola@ cud.uvigo.es

En las asignaturas de Química y Ciencia y Tecnología de Materiales, que se cursan en un grado de Ingeniería Mecánica, es importante que los alumnos trabajen con materiales de uso común en Ingeniería, más allá de los usados en el laboratorio. En el presente trabajo se diseña una práctica de laboratorio que aúna la elaboración de pinturas con diversos ensayos que se realizan en los laboratorios de control de calidad.

Se propone al alumno la formulación de dos tipos de formulaciones epoxi y poliuretano. En ambos casos el alumno dispondrá de dos compontes comerciales A y B, que tendrán que mezclarse con Carbonato Cálcico que se usa como carga, desempeñando la función de dar estructura y cuerpo a la pintura [1]. Tras una búsqueda bibliográfica encontrará las proporciones adecuadas para su formulación.

En la segunda parte de la práctica, una vez las pinturas hayan polimerizado se procederá a realizar ensayos normalizados, en nuestro caso propusimos el ensayo de dureza (corte enrejado) [2] y el ensayo de dureza [3]. Para poder ensayarlas las formulaciones se aplicarán por medio de un aplicador cuadrangular, figura 1, que nos garantice un espesor de película homogéneo.

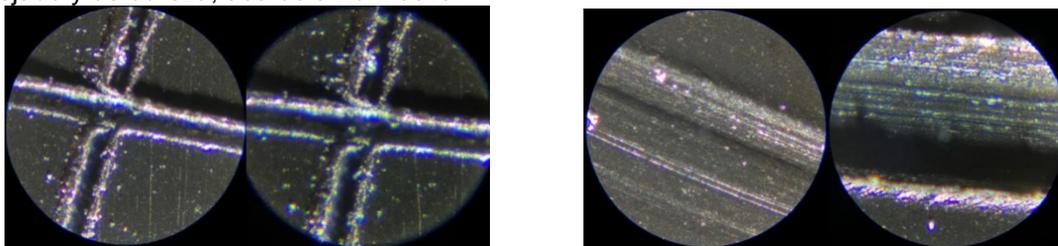


**Fig.1.** aplicadores cuadrangulares



**Fig.2.** Pinturas tras aplicación

Los resultados de los análisis se realizarán utilizando un microscopio digital con el que poder tomar fotografías para incluirlas en la memoria que el alumno debe presentar. En la Figura 3 a y b se presentan resultados de corte enrejado y de dureza, acorde a normativa.



**Fig.3.** Microscopías a) corte enrejado 200 y 250 aumentos b) dureza por rayado

La práctica podría implementarse realizando formulaciones ecológicas en base acuosa u oleosa y disolventes ecológicos [4], sustituyendo el  $\text{CaCO}_3$  por residuos, por ejemplo marinos, que cumpliesen la misma función.

### Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de los Técnicos en pinturas S. Lanchas, A. Rodríguez y M. Pardo por su colaboración en el diseño de esta práctica.

### Referencias

- [1] V. A. Felipe, «PINTURAS, BARNICES y AFINES: Composición, formulación y caracterización,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2020.
- [2] UNE-EN ISO 2409:2021
- [3] UNE-EN ISO 15184:2020.
- [4] F. Guzmán, «Taylor & Francis,» 13 septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1080/10609164.2016.1205256>. [Último acceso: marzo 2023].

## **ÍNDICE DE AUTORES**

## A

A. Cacabelos.....	90
A. Carlosena-Zubieta.....	26
A. González-Gil.....	83
<u>A. Soldado</u> .....	67
A. Udaondo.....	55
Adrián Fdez. de la Pradilla.....	88
Adrián Tenorio-Alfonso.....	71
Ainoa Morillas-España.....	66, 68, 77, 79
<u>Alberto Díez-Varga</u> .....	59, 69
<u>Alberto Pla-López</u> .....	72
Alejandra Cervantes V.....	43
<u>Alejandra García-Alonso</u> .....	70
<u>Alonso Rueda, Diego A.</u> .....	81
Alvaro Gallo.....	70
<u>Amanda F. Gouveia</u> .....	41
<u>Ana M. Fraile Sánchez</u> .....	63
Ana María Gayol González.....	30, 34, 37, 45
Ana Sánchez Zurano.....	79
Ana Sánchez-Zurano.....	66, 68, 77
Ana Sayago.....	74, 89
<u>Ángel Vidal-Vidal</u> .....	29, 46
Ángeles Fernández Recamales.....	89
Antonio Cuadri.....	71
<u>Antonio M. Borrero-López</u> .....	71
Antonio Serrano.....	22
<u>Arturo Morales Barroso</u> .....	62
Asunción Barbero.....	64

## B

Barrios, R.J.....	31, 33
-------------------	--------

## C

C. González-Barreiro <sup>1</sup> .....	76
Cancho-Grande <sup>1</sup> .....	76
<u>Carlos A. Méndez-Cuesta</u> .....	73
Carmen Fernández.....	22
Carmen Rueda.....	70
Carolina Flores A.....	43
Celedonio Álvarez.....	59
Cristina Cerdá-Moreno.....	66, 68, 79
Cristina Cerdá-Moreno <sup>1</sup> .....	77

## D

<u>D. Rodríguez-Gómez</u> .....	36, 56
<u>Daniel A. Fajardo</u> .....	42
Danny A. Arteaga.....	42
Dante A. Piña V.....	43

David Guzmán.....	74, 89
De Boeck, M.....	31
<u>Denise Raddatz-Mota</u> .....	84, 85
<u>Diana Berenice López Tavares</u> .....	17
Diego De la Hoz.....	88

## E

E. Alonso-Rodríguez.....	26
E. Martínez-Carballo <sup>1</sup> .....	76
Eduardo M. Cuerda.....	22
Eduardo Rodríguez-Gutiez.....	69
Eduardo Rodríguez-Gútiez.....	59
Elena González Soto.....	47, 78
Elena Rodríguez-Rodríguez.....	70
Elia Alonso Rodríguez.....	78
<u>Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites</u> .....	30, 45
Elson Longo.....	41
Emilia C. Botello.....	22
Emilio Viñuelas.....	22
Emma F. Méndez S.....	43
<u>Enol López</u> .....	64
Esperanza Cortés-Triviño.....	71
Esperanza E. Mendoza S.....	43
Estefanía Moreno.....	39
Eva Falomir.....	72

## F

<u>F. Vicente</u> .....	49, 60
<u>Felipe Hornos</u> .....	48
Fernando Gandía-Herrero.....	58, 87
Fernando Rivera-Cabrera.....	84, 85
Florenci V. González.....	88
Francisco Javier Guallar Otazúa.....	80

## G

González, R.....	31
González, R. E.....	33
<u>Guadalupe Cumplido</u> .....	22
<u>Guillermo Monrós Tomás</u> .....	82

## H

H. Abril.....	60
Héctor Barbero.....	59, 69
Hynes, C.....	31

**I**

Inmaculada Mateos-Aparicio ..... 70

**J**

J. Agrisuelas ..... 49, 60  
 J. J. García-Jareño ..... 49  
 J. P. Vallejo ..... 90  
 J. Rodríguez ..... 90  
J. Terán-Baamonde ..... 26  
 J.J. García Jareño ..... 60  
Jesús F. Arteaga ..... 74  
 Jesús Manuel Castro Romero ..... 47, 78  
Jesús Peñas Cano ..... 18  
 Jesús Zarza ..... 22  
 Jiménez-López. Miguel Ángel ..... 54  
 Jon Sanz Landaluce ..... 70  
 José Ángel Martínez González ..... 80  
José Antonio Badenes March ..... 82  
 José C. Corchado ..... 22  
José María Fernández Solís ..... 47, 78  
Josep J. Centelles ..... 39  
 Josué Romero M. .... 43  
 Juan Andrés ..... 41  
 Juan F. Miravet ..... 88  
 Juan J. Hernández S. .... 43  
 Juan José Sanmartín Rodríguez ..... 34, 37  
Juanjo Mateu-Campos ..... 86

**K**

Karla C. Serralde Rmz. .... 43

**L**

L. Febrero ..... 83  
 L. González-Gil ..... 83  
 Laura Agost ..... 88  
 Laura Fernández-Peña ..... 64  
 Leandro D. A. Conti ..... 41  
 Leyre C. Cañibe G. .... 43

**LI**

Lledó Bou ..... 88

**L**

Luis A. Lenis ..... 42  
Luis Moreno Martínez ..... 23

**M**

M. A. Jiménez-López ..... 55  
 M. Alejandra Guerrero-Rubio ..... 58, 87  
M. Figueiredo-González ..... 76  
M. Isabel Rodríguez-Cáceres ..... 22  
 M. Moldovan Feier ..... 67  
 M.A. Gómez ..... 83  
 M.I. Rodríguez-Cáceres ..... 36, 56  
 M<sup>a</sup> José Martínez-Tomé ..... 48  
 Ma. Fernanda Leyvas A. .... 43  
Ma. Teresa de J. Rodríguez S. ..... 43  
 Mancilla Estupiñán, Robinson A. .... 81  
 Manuel Antón ..... 22  
 Marcelo Petrucelli ..... 41  
 María Ángeles Obregón ..... 22  
 María Elena Martín ..... 22  
 María F. Alexandre ..... 22  
 María Garrido ..... 22  
 María Isabel Parra ..... 22  
María Isabel Rodríguez Cáceres ..... 19  
 María J. Martín-Alfonso ..... 71  
 María Jesús Rodríguez Guerreiro ..... 47  
 María Larriva Hormigos ..... 80  
 María Luisa Pérez-Rodríguez ..... 70  
 María Luz Sánchez ..... 22  
 María Moreno-Guzmán ..... 70  
 María Pilar Puyuelo García ..... 80  
 María Victoria Gil ..... 22  
 Mario Llusar Vicent ..... 82  
 Mario Martínez ..... 22  
 Marta Cruz-Guzmán Alcalá ..... 62  
 Marta Sánchez-Paniagua ..... 70  
 Merchán Quintero, Sergio A. .... 81  
 Minerva Monroy B. .... 43

**N**

N. Novo-Quiza ..... 26  
N. R. López-Santiago ..... 27, 28  
 N.M. Mora-Díez ..... 36, 56  
 Natanahel Flores Glz. .... 43  
 Nielene M. Mora ..... 22  
 Nuvia María Reina Muñoz ..... 30

**O**

Oscar U. Rodríguez P. .... 43

**P**

P. Reboredo-Rodríguez ..... 76  
 Palacios, A. C. .... 33  
 Paola M. Herrera Ch. .... 43  
 Paula González ..... 64  
Paula Henarejos-Escudero ..... 58, 87  
 Paula Santiago Díaz ..... 50

---

<b>Pedro Alberto Enríquez Palma</b> .....	80	<b>Sandra Pérez-Torras</b> .....	39
<b>Pedro Martínez-Rodríguez</b> .....	58, 87	<b>Santiago Imperial</b> .....	39
<b>Pedro R. de Aauri</b> .....	39	<b>Santiago Rodríguez</b> .....	88

---

<b>R</b>		<b>Sebastián Dimas Rmz.</b> .....	43
<b>R. Devesa-Rey</b> .....	90	<b>Sergio Fuentes Antón</b> .....	32, 57, 63
<b>R. Fernández Blanco</b> .....	24	<b>Silvia Villaró-Cos</b> .....	66, 68, 79
<b>R. Muñoz Espí</b> .....	60	<b>Silvia Villaró-Cos<sup>1</sup></b> .....	77
<b>R. Pérez-Gregorio</b> .....	76	<b>Sinuhé M. Porras F.</b> .....	43
<b>R. Rial-Otero</b> .....	76		
<b>Rafael Fernando Martínez</b> .....	22	<b>T</b>	
<b>Raúl González Domínguez</b> .....	89	<b>Tarazona Santamaría, Claudia L.</b> .....	81
<b>Rayco Guedes Alonso</b> .....	50	<b>Tomas Lafarga</b> .....	77
<b>Ricardo Cerón-Cardelas</b> .....	84, 85	<b>Tomás Lafarga</b> .....	66, 68, 79
<b>Rocío de la Peña-Armada</b> .....	70	<b>Tomás R. Tovar</b> .....	25
<b>Rocío Esquembre</b> .....	48	<b>Tomás R. Tovar Júlvez</b> .....	38
<b>Rodrigo Aguayo-Ortiz</b> .....	73		
<b>Rodríguez-Laguna. M. T.</b> .....	53	<b>U</b>	
<b>Roppolo, M.T.</b> .....	33	<b>Udaondo. Ana</b> .....	54
<b>Rosa Llusar</b> .....	86		
<b>Rosario Pardo</b> .....	22	<b>V</b>	
<b>Rubén Á. Pérez P.</b> .....	43	<b>Victoria González Rodríguez</b> .....	78

---

<b>S</b>		<b>Viviana García M.</b> .....	43
<b>S. Muniategui-Lorenzo</b> .....	26		
<b>S. Urréjola-Madriñán</b> .....	83, 90	<b>X</b>	
<b>Sabela Fernández Alonso</b> .....	47	<b>Ximena Macías-Frías</b> .....	73
<b>Samanta Hernández-García</b> .....	58, 87		
<b>Sanabria Cala, Javier A.</b> .....	81		
<b>Sánchez Castro, Zamir</b> .....	81		

---

# IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA



PONENCIAS PLENARIAS



ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA



FORMACIÓN TEÓRICA QUÍMICA



NUEVAS TECNOLOGÍAS



PRÁCTICAS DE QUÍMICA



ASOCIACIÓN DE  
QUÍMICOS DE GALICIA



Colexio Oficial de  
Químicos de Galicia

ASOCIACIÓN Y COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE GALICIA



Rúa Lisboa, 10 - Edificio Área Central - 1ª Planta Local 31-E  
15707 - Santiago de Compostela - Galicia - España  
[www.colquiga.org](http://www.colquiga.org) - Tel. +34 623 033 325