# CIDiQ

## VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y DE MATERIALES

coddiQ

CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

**Madrid, 11-13 de julio 2022**

## Comité científico

*Presidenta:* Dª. **Victoria Eugenia Santos Mazorra** (Universidad Complutense de Madrid)

*Vicepresidenta*: Dª. **Raquel Ibáñez Mendizábal** (Universidad de Cantabria)

*International Advisor*: Dª. **Jarka Glassey** (Newcastle University; Editora jefe de Education for Chemical Engineers)

*Vocales:*

Dª. **Silvia Álvarez Torrellas** (Universidad Complutense de Madrid)
Dª **Ana Balea Martín** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **Juan Manuel Garrido Fernández** (Universidad de Santiago de Compostela)
Dª. **María Teresa Gea Leiva** (Universitat Autònoma de Barcelona)
D. **Álvaro González Garcinuño** (Universidad de Salamanca)
Dª. **Paula Marzal Doménech** (Universitat de València)
Dª. **Ana Raquel de la Osa Puebla** (Universidad de Castilla La Mancha)
Dª. **Guadalupe Pinna Hernández** (Universidad de Almería)
Dª. **Asunción Quintanilla Gómez** (Universidad Autónoma de Madrid)
Dª. **Victoria Rigual Hernández** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **Manuel Rodríguez Hernández** (Universidad Politécnica de Madrid)
Dª. **Soraya Rodríguez Rojo** (Universidad de Valladolid)
D. **Sergio Rodríguez Vega** (Universidad Complutense de Madrid)
Dª. **Juana María Rosas Martínez** (Universidad de Málaga)
Dª. **Ana Somoza Tornos** (Universidad Politécnica de Barcelona)

## Comité organizador

*Presidente*: D. **Francisco Rodríguez Somolinos** (Universidad Complutense de Madrid)

*Secretario*: D. **Rubén Miranda Carreño** (Universidad Complutense de Madrid)

*Tesorero*: D. **Juan Carlos Domínguez Toribio** (Universidad Complutense de Madrid)

*Vocales:*

Dª. **Lourdes Calvo Garrido** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **Eduardo Díez Alcántara** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **Juan García Rodríguez** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **David Lorenzo Fernández** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **Carlos Manuel Negro Álvarez** (Universidad Complutense de Madrid)
Dª. **Mercedes Oliet Palá** (Universidad Complutense de Madrid)
Dª. **Araceli Rodríguez Rodríguez** (Universidad Complutense de Madrid)
Dª. **Victoria Eugenia Santos Mazorra** (Universidad Complutense de Madrid)
D. **José Manuel Toledo Gabriel** (Universidad Complutense de Madrid)

# ORGANIZAN

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y DE MATERIALES

coddiQ

CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

# PATROCINADORES

ANQUE

ASOCIACIÓN NACIONAL DE QUÍMICOS E INGENIEROS QUÍMICOS DE ESPAÑA

Sidilab

Mc Graw Hill

edibon

IBERFLUID INSTRUMENTS 50 YEARS

RSEQ

Real Sociedad Española de Química

Sección Territorial de Madrid

# COLABORADORES

copiqclm

COLEGIO OFICIAL DE PROFESIONALES EN INGENIERÍA QUÍMICA DE CASTILLA LA MANCHA

GreenDeLTa

Scharlab

THE LAB SOURCING GROUP

Net InterLab s.a.

aspentech

OFICINA DE SOFTWARE LIBRE

VICERRECTORADO DE TECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y DE MATERIALES

*El Departamento de Ingeniería Química y de Materiales de la Universidad Complutense de Madrid se complace en dar la bienvenida a las personas inscritas en el VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química (VI CIDIQ), que se celebrará en las Facultades de Ciencias Físicas y de Ciencias Químicas de dicha Universidad.*

*Para este Departamento es un honor que la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química haya reparado en nosotros para organizar un Congreso con un alcance ya tan arraigado en materia de Innovación Docente en Ingeniería Química, merced al buen hacer de nuestros predecesores en la organización de las anteriores ediciones y a la calidad de las contribuciones presentadas en las mismas.*

*Esperamos que esta nueva edición supere, si cabe, el nivel de calidad de las aportaciones presentadas en los anteriores eventos, para lo cual también se contará con contribuciones internacionales y con la participación de ponentes, no solo del ámbito universitario, que cubren un amplio abanico de vertientes en el campo de la innovación docente en general.*

*Esperando que el Congreso os sea útil y de vuestro agrado,*

*El Comité Organizador*

# VI CONGRESO DE INNOVACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA QUÍMICA

## LIBRO DE RESÚMENES

**ISBN: 978-84-09-42482-5**

**Editores:**

Victoria Eugenia Santos Mazorra

Francisco Rodríguez Somolinos

Victorial Rigual Hernández

Eduardo Díez Alcántara

Madrid, 11-13 de julio de 2022

# ÍNDICE

PROGRAMA ..... 1
Lunes 11 de julio de 2022 ..... 1
Lunes 11 de julio de 2022 (continuación) ..... 2
Martes 12 de julio de 2022 ..... 3
Martes 12 de julio de 2022 (continuación) ..... 4
Miercoles 13 de julio de 2022 ..... 5
CONFERENCIAS PLENARIAS ..... 6
La repercusión de la acreditación en la enseñanza de la Ingeniería Química en España ..... 7
Evolution of Programme Structures and Teaching Methodologies for Chemical Engineers? ..... 9
Camino al Aprendizaje Activo y Cooperativo ..... 11
Evolución de la enseñanza de Ingeniería Química en España ..... 14
PRESENTACIONES ORALES ..... 16
T1.1. Aprendizaje colaborativo en Gestión y Tratamiento de Aguas ..... 17
T1.2. El aula invertida como estrategia docente en las prácticas de laboratorio de la asignatura Ingeniería Química ..... 18
T1.5. Estructuración jerárquico-secuencial y autodirigida de la asignatura Proyectos de Ingeniería: estructura de proceso y adaptabilidad ante la presencialidad ..... 19
T1.6. El TFG como puerta para la implementación del aprendizaje-servicio. diseño de un higienizador de aire ..... 20
T1.7. Desarrollo y exposición de "miniprácticas" como contribución al aprendizaje profundo en ingeniería química ..... 21
T1.9. La resolución de un crimen como estrategia para reforzar el conocimiento adquirido en el grado en Ingeniería Química ..... 22
T1.14. Proyecto integral en Ingeniería Bioquímica: "del laboratorio a la industria" ..... 23
T1.16. Educando en la multiculturalidad e interdisciplinaridad: Divulgando procesos de biorrefineria en cooperación internacional ..... 24
T1.17. Diseño de industrias alimentarias como vehículo de aprendizaje para la asignatura de Proyectos ..... 25
T1.19. Integración del proyecto de diseño de un proceso químico en el primer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid ..... 26
T1.20. Gestión eficaz de grupos de trabajo mediante roles de comportamiento de los estudiantes ..... 27
T1.22. La gamificación en la enseñanza de ingeniería química: aplicación a la asignatura de control de procesos ..... 28
T1.23. Case-based learning in "Particle Technology" ..... 29
T1.24. Dynamic behavior, empiric modelling and tuning of PID controllers through Research-Based Learning applied to level, temperature, and flow control ..... 30
T1.30. Mejora de las habilidades de comunicación de los estudiantes del Máster de Ingeniería Química ..... 31
T1.34. Cómo usar un acuario marino como ecosistema modelo para el aprendizaje activo de la Química aplicada al Medioambiente. ..... 32

T1.38. Metodología de aprendizaje integral en el área del refino de petróleo y petroquímica ..... 33

T1.40. Collaborative *on line* international (COIL) project in the Degree in Chemical Engineering at the University of Cantabria ..... 34

T1.41. Mejora del aprovechamiento del desarrollo de sesiones prácticas de resolución de problemas de energía mecánica (fluidos) empleando Video Quiz ..... 35

T2.1. Helping engineering students to discover the transversal skill of environmental sensitivity through the evaluation of their daily eating habits ..... 36

T2.5. Evaluación de la ética profesional en ingeniería química. Resolución de casos prácticos. ..... 38

T2.7. Evaluación de las competencias transversales de los graduados en Ingeniería Química e Ingeniería de Bioprocesos Alimentarios: Plan piloto para inferir el nivel alcanzado en el grado a partir de los resultados obtenidos en cuatro asignaturas ..... 39

T2.10. Aplicación de la evaluación por rúbricas en el Laboratorio de Procesos ..... 41

T2.11. Evaluación de competencias en la enseñanza de Análisis de Ciclo de Vida en Ingeniería Química ..... 42

T2.13. ¿Se puede explicar la tasa de abandono analizando la "materia prima" y el "producto terminado"? ..... 43

T3.1. Storytelling through data visualization ..... 44

T3.2. Aplicación de la herramienta Solver de Microsoft Excel para la resolución de problemas MILP en Ingeniería Química ..... 46

T3.3. Una propuesta para la docencia de Control de Procesos en Biotecnología basada en experimentos físicos e *in silico* ..... 47

T3.8. Development of an interactive online tool to improve the teaching-learning experience in experimental laboratories ..... 48

T3.9. Empleo de una aplicación informática basada en Matlab para la estimación de parámetros cinéticos en una práctica de laboratorio ..... 49

T3.11. Empleo de la tecnología H5P como complemento a la realización de los laboratorios en Ingeniería Química ..... 50

T3.15. Creación y uso de aplicaciones interactivas online en Python/Jupyter para implementar actividades de aula invertida en Operaciones de Separación ..... 51

T3.19. La importancia de introducir al alumnado de Ingeniería Química en el ámbito de la Impresión 3D ..... 52

T3.20. Uso de aplicaciones online en Python para actividades de aula invertida con contenidos de Reactores Químicos ..... 53

T3.22. Enseñando a utilizar herramientas de simulación CFD desde la gamificación: construye y maneja tu propio túnel de viento virtual ..... 54

T3.23. Combinación de diversas aplicaciones de software de libre distribución para la simulación y diseño de equipos de Operaciones de Separación ..... 55

T3.24. Uso de herramientas del Aula Virtual de la Universidad de Murcia en la enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería Química ..... 56

T3.25. Implantación de TIC en la docencia de teoría e influencia sobre las calificaciones ..... 57

T3.28. Critical assessment of virtual teaching strategies associated with the COVID-19 pandemic in the chemical engineering area in the University of Valencia ..... 58

T3.29. Implementación de la dinámica de fluidos computacional como nueva estrategia de aprendizaje en las titulaciones de Ingeniería Química de la UAM ..... 59

T3.30. "Metodología para la transformación de prácticas de laboratorio a modalidad no presencial más allá de la simulación" ..... 60

T3.31. Explorando el uso de prácticas de laboratorio virtuales en las asignaturas de Operaciones Básicas del Grado en Ciencia y Tecnología de Alimentos ..... 61

T3.32. Montando un estudio de grabación en mi salón: todo sea por la docencia ..... 62

T3.36. Aprender haciendo con la herramienta metodológica Análisis de Ciclo de Vida: estudios de ACV con empresas ..... 63

T3.38. Laboratorio virtual de procesos de la industria química ..... 64

T3.40. PODLABS: Implementación de cápsulas informativas multimedia como herramienta de soporte a las prácticas experimentales de los laboratorios docentes de ingeniería química ..... 65

T3.41. Introducción de analíticas de aprendizaje en la asignatura de Ingeniería Química del grado de Química de la Universidad de Barcelona ..... 66

T3.43. Resolución de problemas de flujo no ideal en Matlab como herramienta para "aprender a programar" y "programar para aprender". ..... 67

T4.1. The production of handrub sanitizer, an emotional and singular story ..... 68

T4.2. Se hace el camino al andar: una materia para aprender a dirigir equipos ..... 70

T4.3. TikTok como herramienta en la docencia y divulgación de la Ingeniería Química ..... 71

T4.6. Experiencia de divulgación científica. Taller de corrosión en MEDNIGHT-2021 ..... 72

T4.7. Prácticas y talleres mixtos secundaria-universidad como sistema de aprendizaje activo de Conceptos y Valores sobre Sostenibilidad ..... 73

T4.10. Gemelos digitales: el nuevo actor clave que empuja la educación superior al siguiente nivel ..... 74

T4.11. Experiencia educativa para promover entre los estudiantes de secundaria el interés por la Ingeniería Química y el desarrollo de habilidades transversales ..... 75

T4.13. Las cifras se mueven en los estudios de Ingeniería Química: investigación y dinámicas para fomentar la presencia de mujeres ..... 76

T4.14. Retos en la relación Universidad-Empresa y las prácticas académicas externas en el marco de la nueva legislación ..... 77

T4.16. Empleando el Estudio de Casos para construir un proceso en Ingeniería Química ..... 78

T5.1. Implementación de la ingeniería química de productos en el máster ..... 79

T5.2. Education in the Principles of Green Engineering. "How to Choose a Safer Solvent" ..... 80

T5.3. Radiografía actual de la educación en Ingeniería Química ..... 81

T5.9. Del bachillerato a la universidad: perfil de los alumnos que acceden al grado de Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz ..... 82

T5.10. Bachelor and/or Master Thesis in Chemical Engineering: A Way to Connect Research, Industry and Academic Learning? ..... 83

T5.13. Biocatálisis y Cinética Aplicada: Aprendizaje Basado en Investigación ..... 84

T5.15. Actividades de formación y sensibilización en sostenibilidad ambiental y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 ..... 85

PRESENTACIONES TIPO PÓSTER ..... 86

T1.3. ¿En qué se parece un proyecto de refino a la docencia en ingeniería química? ..... 87

T1.4. Exposición de contenidos del área de Ingeniería con recursos enfocados a redes sociales como nuevas herramientas de aprendizaje y comunicación ..... 88

T1.8. Scape-Room virtual: una herramienta para mejorar el aprendizaje de los procesos industriales ..... 90

T1.10. Cambios metodológicos en el estudio de la reducción de tamaño de la asignatura "Operaciones con Sólidos" ..... 91

T1.11. Teaching chemical engineering principles through Flipped Classroom and Project Based Learning in an Industrial Technologies Engineering degree course ..... 92

T1.13. Metodologías ágiles aplicadas al Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Introducción a la Ingeniería Química ..... 94

T1.15. Estudia e investiga: introducción al alumnado en la investigación en Ingeniería Química ..... 95

T1.18. Tutorías basadas en la resolución de casos en la asignatura de Termodinámica Aplicada ..... 96

T1.21. Break-out! colaborativo en tecnología de alimentos entre generaciones ..... 97

T1.26. Virtualización como herramienta de mejora de la transferencia del conocimiento teórico a la práctica ..... 98

T1.27. Biorrefinerías lignocelulósicas como proyecto para un aprendizaje transversal, activo y basado en la investigación ..... 99

T1.28. Implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas en asignaturas del área de Ingeniería Química ..... 100

T1.29. Aportaciones personales a una clase invertida ..... 101

T1.31. Elaboración de Recursos Audiovisuales para Actividades Prácticas en Planta Piloto en el Grado en Ingeniería Química ..... 102

T1.32. Lab at home: desarrollo de prácticas de laboratorio para tiempos de pandemia ..... 103

T1.33. Estudio de la aplicación de tecnologías docentes universitarias no presenciales en titulaciones científico-técnicas ..... 104

T1.35. Proyecto ACUARIO: Un elemento dinamizador para la asignatura de Cinética Química y Catálisis ..... 105

T1.36. Salvar a la Dra. Arnold: un escaperoom para ingeniería química ..... 106

T1.37. El volcán de La Palma, un ejemplo actual del aprendizaje basado en proyectos en Ingeniería Química ..... 107

T1.39. Aprendizaje guiado basado en problemas para el diseño industrial en el Grado de Ingeniería Química ..... 108

T1.42. Integración de competencias de Ingeniería Química en el currículo del Máster en Ingeniería Industrial en la Universidad de Cantabria ..... 109

T1.43. Towards the Northern European teaching approach: project-based learning ..... 110

T1.44. Resolución de problemas abiertos para fomentar el autoaprendizaje en Ingeniería Química ..... 111

T1.45. Cuéntame una historia abuel@: transferencia del conocimiento intergeneracional ..... 112

T1.46. De la escuela a la universidad y de la universidad a la escuela. ..... 113

T1.47. La experimentación en un reactor biológico como proyecto de aprendizaje autónomo. ..... 114

T1.48. La filtración a través de membrana porosa como proyecto de aprendizaje colaborativo. .....115

T1.49. Los docentes universitarios en la era de la inmediatez .....116

T1.50. Práctica de laboratorio: Extracción de polifenoles a partir de poda de olivo .....117

T1.53. Kahoot como técnica de gamificación para la evaluación continua en distintas titulaciones universitarias .....118

T2.2. Trabajo fin de máster, evaluación en modalidad no presencial mediante rúbrica de calificación .....119

T2.3. Adquisición de competencias mediante el desarrollo de cuestionarios tipos test .....120

T2.4. Utilidad de los cuestionarios implementados con Moodle y Socrative en la asignatura de Cálculo y Diseño de Reactores Químicos .....121

T2.6. Evaluación de las exposiciones orales por profesorado y alumnado: experiencia en "Procesos de Fabricación de los Materiales de Construcción" .....122

T2.8. Trabajo cooperativo en las prácticas de laboratorio de Química: ¿Una forma de mejorar los resultados académicos? .....123

T2.9. Reforzamiento de la docencia teórico-práctica: Desde la comprensión lectora en el aula, a la integración de conocimientos en la realidad industrial .....124

T2.12. *Tips* para mejor aprovechamiento y evaluación de asignaturas experimentales .....125

T3.4. Utilidad de Cantera en la enseñanza: Herramienta de fácil acceso para entender los conceptos de Tad y la fracción de mezcla .....126

T3.5. Integración del diseño molecular y la simulación de procesos en el desarrollo de nuevos procesos y productos industriales .....127

T3.6. Desarrollo de recursos para aprendizaje semipresencial en estudios de Máster: Diseño de simuladores en Ingeniería Química .....128

T3.7. Percepción de profesores y estudiantes de Ingeniería Química sobre el uso de herramientas de respuesta de audiencia .....129

T3.10. Utilización de herramientas de simulación en la asignatura de Modelado de Procesos Biotecnológicos del grado de Ingeniería en Química Industrial .....130

T3.12. Elaboración de actividades evaluables personalizadas empleando Matlab y Matlab Report Generator .....132

T3.13. Mejora de la calidad del material docente en la asignatura de ingeniería ambiental mediante visitas virtuales a edar y plantas de tratamiento de residuos .....133

T3.14. Resolución de problemas modelo de Ingeniería Química usando MATLAB .....134

T3.16. Test de autoevaluación, a través de la plataforma interna PoliformaT, como herramienta de seguimiento del aprendizaje del estudiante .....135

T3.18. GAD Game, un proyecto orientado hacia la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de disciplinas técnicas .....136

T3.21. Excel: una alternativa para evitar el uso de los simuladores como "cajas negras". Aplicación a la simulación de columnas de destilación multicomponente .....137

T3.26. Diseño, construcción y puesta en marcha de una práctica de laboratorio para la enseñanza de diversos sistemas de control en el Grado de Ingeniería Química .....138

T3.27. Mejora de la calidad de los informes de trabajos en grupo mediante Trello .....139

T3.33. Mejora de la calidad del aprendizaje mediante la incorporación de metodologías activas en asignaturas relacionadas con la ingeniería ambiental....140

T3.34. Laboratorios virtuales para el estudio de biorreactores enzimáticos ....141

T3.35. Casos prácticos empleando OpenLCA para el desarrollo de análisis de ciclo de vida. ....142

T3.42. Estudio experimental de eliminación de microcontaminantes de aguas residuales mediante foto-Fenton solar utilizando un laboratorio virtual basado en Easy JavaScript Simulation ....144

T3.44. Uso de software de simulación dinámica para la docencia de la Ingeniería Bioquímica ....145

T3.45. Estrategias para evaluación de ejercicios numéricos utilizando la plataforma Moodle....146

T3.46. *FentonSims*: Herramienta interactiva de simulación para el estudio didáctico del proceso foto-Fenton....147

T4.4. Divulgando la Ingeniería Química a través de los Memo-Juegos ....148

T4.8. Las cátedras de empresa como instrumento para la empleabilidad de los egresados de ingeniería química: situación actual y estudio del caso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València ....150

T4.9. El papel de la Ingeniería Química en un centro multidisciplinar: la experiencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla....151

T4.12. Estrategias para la adaptación de la asignatura de Ingeniería del Medio Ambiente en los grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Automática a la realidad profesional....152

T4.15. Promoviendo la creatividad y el emprendimiento en la asignatura de Proyectos en Química ....153

T4.17. La Cátedra de Empresa Fundación Torrecid en la Universidad Politécnica de Valencia. Creación de vínculos y sinergias ....154

T5.4. Análisis de la formación actual en ODS y propuestas para su incorporación en la titulación de Grado en Ingeniería Química de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. ....155

T5.5. Implementación de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Títulos de Grado y Máster en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza ....156

T5.6. Análisis de la formación actual en ODS en el Máster Universitario de Ingeniería Química de la ETSII de la Universitat Politècnica de València ....157

T5.7. La adsorción en la docencia: del STEM al TFG ....158

T5.8. Simuladores de procesos como complemento a la docencia de Operaciones Unitarias ....159

T5.11. El papel del comité consultivo externo en la actualización de los planes de estudio de los títulos de Grado y Máster en Ingeniería Química de la USC ....160

T5.12. Doble Grado en Química e Ingeniería Química: ¿un nuevo perfil? ....161

T5.14. Plan de mejora de las competencias en lectura, redacción y expresión oral en inglés técnico para estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Aplicación a la redacción y defensa de Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster ....162

T1.51. Gamificación en asignaturas de ingeniería. Un primer paso hacia nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje ....163

# PROGRAMA

**Lunes 11 de julio de 2022**

| | | |
|---|---|---|
| 8:30-10:00 | **Registro y recogida de la documentación** | |
| 10:00-10:30 | **Sala M1: Acto de Apertura**<br>Ricardo Díaz Martín<br>(Dtor. General de Universidades y Enseñanzas Artísticas Superiores de la CAM)<br>Jorge Jesús Gómez Sanz (Vicerrector de Tecnología y Sostenibilidad UCM)<br>María Teresa Villalba Díaz (Decana de CC. Químicas UCM)<br>Ángel Gómez Nicola (Decano de CC. Físicas UCM)<br>Francisco Rodríguez Somolinos (Presidente del Comité Organizador VI CIDIQ) | |
| 10:30-11:15 | **Sala M1: Charla Plenaria 1**<br>**La repercusión de la acreditación en la enseñanza de la Ingeniería Química en España**<br>**Rafael Van Grieken, Catedrático URJC** | |
| | **Sala M1: Área temática 1**<br>Moderadores: David Lorenzo y Gema Gómez | **Sala M3: Área temática 2**<br>Moderadoras: María Guadalupe Pinna y Mª. José Jiménez |
| 11:15-11:35 | **T1-24: David Donaire Matesanz, y col.**<br>Dynamic behavior, empiric modelling and tuning of PID controllers through Research-Based Learning applied to level, temperature, and flow control | **T2-10: Jesús Manuel García, y col.**<br>Aplicación de la evaluación por rúbricas en el Laboratorio de Procesos |
| 11:35-11:55 | **T1-38: Pedro Haro y Fernando Vega**<br>Metodología de aprendizaje integral en el área del refino de petróleo y petroquímica | **T2-13: Alejandro Fernández Arteaga, y col.**<br>¿Se puede explicar la tasa de abandono analizando la "materia prima" y el "producto terminado"? |
| 11:55-12:15 | **T1-19: Julián García y col.**<br>Integración del proyecto de diseño de un proceso químico en el primer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid | **Presentaciones cortas Póster: T2**<br>T2-2, T2-4, T2-6 |
| 12:15-12:40 | **Pausa para café y sesión pósteres (área temática 1)** | |
| | **Sala M1: Área temática 1**<br>Moderadores: Ana de la Osa Puebla y Luis Vaquerizo | **Sala M3: Área temática 5**<br>Moderadora: María Guadalupe Pinna y Miguel Ladero |
| 12:40-13:00 | **T1-5: Pablo Navarro y col.**<br>Estructuración jerárquico-secuencial y autodirigida de la asignatura Proyectos de Ingeniería: estructura de proceso y adaptabilidad ante la presencialidad | **T5-3: María-Fernanda López-Pérez y col.**<br>Radiografía actual de la educación en Ingeniería Química |
| 13:00-13:20 | **T1-14: Vanessa Ripoll Morales**<br>Proyecto integral en Ingeniería Bioquímica: "del laboratorio a la industria" | **T5-1: María José Cocero**<br>Implementación de la ingeniería química de productos en el máster |
| 13:20-13:40 | **T1-16: Javier Remón y col.**<br>Educando en la multiculturalidad e interdisciplinaridad: Divulgando procesos de biorrefinería en cooperación internacional | **T5-15: Rubén Miranda y col.**<br>Actividades de formación y sensibilización en sostenibilidad ambiental y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 |
| 13:40-14:00 | **T1-17: Eduardo Espinosa y col.**<br>Diseño de industrias alimentarias como vehículo de aprendizaje para la asignatura de Proyectos | **Presentaciones cortas Póster: T5**<br>T5-4, T5-12, T5-6 |

## Lunes 11 de julio de 2022 (continuación)

| | | |
|---|---|---|
| 14:00-15:00 | **Comida** | |
| | **Sala M1: Área temática 1**<br>Moderadores: Juana Mª Rosas y Pablo Navarro | **Sala M3: Área temática 4**<br>Moderadores: Asunción Quintanilla y Juan J. Macías-Hernández |
| 15:00-15:20 | **T1-1: Almudena Hospido y Ángeles Val del Río**<br>Aprendizaje colaborativo en Gestión y Tratamiento de Aguas | **T4-7: Mª. J. Orts y col.**<br>Prácticas y talleres mixtos secundaria-universidad como sistema de aprendizaje activo de Conceptos y Valores sobre Sostenibilidad |
| 15:20-15:40 | **T1-20: Miguel Martín-Sómer y col.**<br>Gestión Eficaz de Grupos de Trabajo Mediante Roles de Comportamiento de los Estudiantes | **T4-11: Ignacio Aracil y col.**<br>Experiencia educativa para promover entre los estudiantes de secundaria el interés por la Ingeniería Química y el desarrollo de habilidades transversales |
| 15:40-16:00 | **T1-30: A.R. de la Osa y col.**<br>Mejora de las habilidades de comunicación de los estudiantes del Máster de Ingeniería Química | **T4-2: Almudena Hospido y Miguel Mauricio Iglesias**<br>Se hace el camino al andar: una materia para aprender a dirigir equipos |
| 16:00-16:20 | **T1-34: César Quijada y col.**<br>Cómo usar un acuario marino como ecosistema modelo para el aprendizaje activo de la Química aplicada al Medioambiente | **T4-3: Julia Moltó y Berenguer y col.**<br>TikTok como herramienta en la docencia y divulgación de la Ingeniería Química |
| 16:20-16:40 | **T1-40:María Margallo y col.**<br>Collaborative *on line* international (COIL) project in the Degree in Chemical Engineering at the University of Cantabria | **T4-6: Asunción Mª Hidalgo y col.**<br>Experiencia de divulgación científica. Taller de corrosión en MEDNIGHT-2021 |
| 16:40-17:00 | **Presentaciones cortas Póster: T1**<br>T1-3, T1-13, T1-39, T1-18 | **Presentaciones cortas Póster: T4**<br>T4-4, T4-8, T4-17 |
| 17:00-18:00 | **Sala M1: Mesa Redonda**<br>**"Ingeniería Química y desarrollo sostenible"**<br>Lourdes Calvo, Catedrática de Ingeniería Química UCM (moderadora)<br>Cristina González (Directora de Estrategia e Innovación de FEIQUE y Secretaria Técnica de SusChem)<br>Vicente Galván (ExDirector de Economía Circular Comunidad Madrid)<br>Gumersindo Feijoo (Vicerrector de Planificación, Tecnologías y Sostenibilidad de la Univ. Santiago de Compostela)<br>Ángel Irabien (Catedrático de Ingeniería Química de la Univ. Cantabria) | |
| 18:00-19:00 | **Charla McGraw Hill**<br>Soluciones digitales para un aprendizaje y seguimiento individualizado y autoevaluativo | **Charla AspenTech**<br>Simulación de Procesos en Ingeniería Química |

**Martes 12 de julio de 2022**

| | | |
|---|---|---|
| 8:30-9:00 | **Registro** | |
| 9:00-9:45 | **Sala M1: Charla Plenaria 2**<br>**Evolution of Programme Structures and Teaching Methodologies for Chemical Engineers**<br>**Eric Schaer (Chair of EFCE Working Party on Education, University of Lorraine, FR)** | |
| | **Sala M1: Área temática 3**<br>Moderadore: Ana Balea Martín y Zoilo González | **Sala M3: Área temática 2**<br>Moderadora: Silvia Álvarez y Alejandro Fernández |
| 9:50-10:10 | **T3-2: Laura Briones y José María Escola**<br>Aplicación de la herramienta Solver de Microsoft Excel para la resolución de problemas MILP en Ingeniería Química | **T2-1: Sara González García y col.**<br>Helping engineering students to discover the transversal skill of environmental sensitivity through the evaluation of their daily eating habits |
| 10:10-10:30 | **T3-3: Miguel Mauricio Iglesias**<br>Una propuesta para la docencia de Control de Procesos en Biotecnología basada en experimentos físicos e *in silico* | **T2-5: Eliseo Monfort y col.**<br>Evaluación de la ética profesional en ingeniería química. Resolución de casos prácticos |
| 10:30-10:50 | **T3-23: Mª Isabel Aguilar y col.**<br>Combinación de diversas aplicaciones de software de libre distribución para la simulación y diseño de equipos de Operaciones de Separación | **T2-11: Fernando Vidal-Barrero y col.**<br>Evaluación de competencias en la enseñanza de Análisis de Ciclo de Vida en Ingeniería Química |
| 10:50-11:10 | **T3-29: Asunción Quintanilla y col.**<br>Implementación de la dinámica de fluidos computacional como nueva estrategia de aprendizaje en las titulaciones de Ingeniería Química de la UAM | **T2-7: Montse Ferrando y col.**<br>Evaluación de las competencias transversales de los graduados en Ingeniería Química e Ingeniería de Bioprocesos Alimentarios: Plan piloto para inferir el nivel alcanzado en el grado a partir de los resultados obtenidos en cuatro asignaturas |
| 11:10-11:30 | **T3-43: David Lorenzo y col.**<br>Resolución de problemas de flujo no ideal en Matlab como herramienta para "aprender a programar" y "programar para aprender" | **Presentaciones cortas Póster: T2**<br>T2-8, T2-9, T2-12 |
| 11:30-12:00 | **Pausa para café y sesión pósteres (áreas temáticas 2, 4 y 5)** | |
| | **Sala M1: Área temática 3**<br>Moderadores: Juan Antonio Baeza y Mª. Isabel Aguilar | **Sala M3: Área temática 5**<br>Moderadores: Manuel Rodríguez y Mª. José Cocero |
| 12:00-12:20 | **T3-11: Juan Carlos Domínguez y col.**<br>Empleo de la tecnología H5P como complemento a la realización de los laboratorios en Ingeniería Química | **T5-2: Lourdes Calvo y Albertina Cabañas**<br>Education in the Principles of Green Engineering. "How to Choose a Safer Solvent" |
| 12:20-12:40 | **T3-9: Raúl Molina y col.**<br>Empleo de una aplicación informática basada en Matlab para la estimación de parámetros cinéticos en una práctica de laboratorio | **T5-9: María del Mar Mesa y col.**<br>Del bachillerato a la universidad: perfil de los alumnos que acceden al grado de Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz |
| 12:40-13:00 | **T3-30: M. Concepción Monte y col.**<br>"Metodología para la transformación de prácticas de laboratorio a modalidad no presencial más allá de la simulación" | **T5-10: Paulo A. Augusto y Teresa Castelo-Grande**<br>Bachelor and/or Master Thesis in Chemical Engineering: A Way to Connect Research, Industry and Academic Learning? |
| 13:00-13:20 | **T3-31: Eva Epelde y col.**<br>Explorando el uso de prácticas de laboratorio virtuales en las asignaturas de Operaciones Básicas del Grado en Ciencia y Tecnología de Alimentos | **T5-13: Miguel Ladero y col.**<br>Biocatálisis y Cinética Aplicada: Aprendizaje Basado en Investigación |
| 13:20-13:40 | **T3-38: Borja Hernández y col.**<br>Laboratorio **virtual** de procesos de la industria química | **Presentaciones cortas Póster: T5**<br>T5-8, T5-7, T5-14, T5-11 |

**Martes 12 de julio de 2022 (continuación)**

| | | |
|---|---|---|
| 13:40-15:00 | **Comida** | |
| | **Sala M1: Área temática 3**<br>Moderadores: Victoria Rigual y Laura Briones | **Sala M3: Área temática 4**<br>Moderador: Ásunción Quintanilla y Mª. José Orts |
| 15:00-15:20 | **T3-19: Zoilo Gonzalez y col.**<br>La importancia de introducir al alumnado de Ingeniería Química en el ámbito de la Impresión 3D | **T4-10: José Juan Macías-Hernández y col.**<br>Gemelos digitales: el nuevo actor clave que empuja la educación superior al siguiente nivel |
| 15:20-15:40 | **T3-22: Cintia Casado Merino y col.**<br>Enseñando a utilizar herramientas de simulación CFD desde la gamificación: construye y maneja tu propio túnel de viento virtual | **T4-13: Paula Marzal y col.**<br>Las cifras se mueven en los estudios de Ingeniería Química: investigación y dinámicas para fomentar la presencia de mujeres |
| 15:40-16:00 | **T3-24: Mª Isabel Aguilar y col.**<br>Uso de herramientas del Aula Virtual de la Universidad de Murcia en la enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería Química | **T4-14: María J. Rivero y col.**<br>Retos en la relación Universidad-Empresa y las prácticas académicas externas en el marco de la nueva legislacións |
| 16:00-16:20 | **T3-36: Marta Rumayor y col.**<br>Aprender haciendo con la herramienta metodológica Análisis de Ciclo de Vida: estudios de ACV con empresas | **T4-16: Alba Pedrouso y col.**<br>Empleando el Estudio de Casos para construir un proceso en Ingeniería Química |
| 16:20-16:40 | **T3-41: Eliana Ramírez Rangel y col.**<br>Introducción de analíticas de aprendizaje en la asignatura de Ingeniería Química del grado de Química de la Universidad de Barcelona | **T4-1: Gumersindo Feijoo y col.**<br>The production of handrub sanitizer, an emotional and singular story |
| 16:40-17:00 | **Presentaciones cortas Póster: T3**<br>T3-7, T3-12, T3-14. | **Presentaciones cortas Póster: T4**<br>T4-9, T4-12, T4-15 |
| 17:00-18:00 | **Sala M1: Mesa Redonda**<br>**" Metodologías y experiencias docentes durante la pandemia de COVID"**<br>Araceli Rodríguez, Catedrática de Ingeniería Química UCM (moderadora)<br>José Antonio Calles, Catedrático de Ingeniería Química URJC<br>Manuel Rodríguez, Profesor Titular de Ingeniería Química UPM<br>José Antonio Caballero, Catedrático de Ingeniería Química, Univ. Alicante<br>Roberto Nájera, Estudiante de Grado y Máster Ingeniería Química UCM | |
| 18:00-19:00 | **Charla Oficina Software Libre UCM**<br>El Software Libre no es un Gas Noble | **Charla OpenLCA (GreenDelta)**<br>Software de Análisis de Ciclo de Vida |
| 21:00 | **Cena del Congreso** | |

## Miercoles 13 de julio de 2022

| | | |
|---|---|---|
| 8:30-9:00 | **Registro** | |
| 9:00-9:45 | **Sala M1: Charla Plenaria 3**<br>**"Camino al aprendizaje activo y cooperativo en Ingeniería Química"**<br>**Asier Aranzábal (Profesor Titular de la UPV/EHU)** | |
| | **Sala M1: Área temática 1**<br>Moderadoras: Soraya Rodríguez y Almudena Hospido | **Sala M3: Área temática 3**<br>Moderadora: Paula Marzal y Marta Izquierdo |
| 9:50-10:10 | **T1-22: Manuel Rodríguez y col.**<br>La gamificación en la enseñanza de ingeniería química: aplicación a la asignatura de control de procesos | **T3-1: Gumersindo Feijoo y María Teresa Moreira**<br>Storytelling through data visualization |
| 10:10-10:30 | **T1-9: Álvaro González-Garcinuño y col.**<br>La resolución de un crimen como estrategia para reforzar el conocimiento adquirido en el grado en Ingeniería Química | **T3-8: Raúl Molina y col.**<br>Development of an interactive online tool to improve the teaching-learning experience in experimental laboratories |
| 10:30-10:50 | **T1-41: Inés María Santos-Dueñas y col.**<br>Mejora del aprovechamiento del desarrollo de sesiones prácticas de resolución de problemas de energía mecánica (fluidos) empleando Video Quiz | **T3-15: Jorge Ramírez y col.**<br>Creación y uso de aplicaciones interactivas online en Python/Jupyter para implementar actividades de aula invertida en Operaciones de Separación |
| 10:50-11:10 | **T1-6: Vicente Sanz Solana y col.**<br>El TFG como Puerta para la Implementación del Aprendizaje-Servicio. Diseño de un Higienizador de Aire | **T3-40: María Eugenia Suárez-Ojeda y col.**<br>PODLABS: Implementación de cápsulas informativas multimedia como herramienta de soporte a las prácticas experimentales de los laboratorios docentes de ingeniería química |
| 11:10-11:30 | **Presentaciones cortas Póster: T1**<br>T1-21, T1-31, T1-33, T1-49 | **T3-20: Salvador León y col.**<br>Uso de aplicaciones online en Python para actividades de aula invertida con contenidos de Reactores Químicos |
| 11:30-12:00 | **Pausa para café y sesión pósteres (área temática 3)** | |
| | **Sala M1: Área temática 1**<br>Moderadores: Juan Manuel Garrido y Concepción Herrera | **Sala M3: Área temática 3**<br>Moderadora: Victoria Rigual y Jorge Ramírez |
| 12:00-12:20 | **T1-2: María del Mar Mesa y col.**<br>El aula invertida como estrategia docente en las prácticas de laboratorio de la asignatura Ingeniería Química | **T3-25: Enrique Romero y col.**<br>Implantación de TIC en la docencia de teoría e influencia sobre las calificaciones |
| 12:20-12:40 | **T1-7: Vicente Sanz y col.**<br>Desarrollo y exposición de "minipráctícas" como contribución al aprendizaje profundo en ingeniería química | **T3-28: Marta Izquierdo y col.**<br>Critical assessment of virtual teaching strategies associated with the COVID-19 pandemic in the chemical engineering area in the University of Valencia |
| 12:40-13:00 | **T1-23: Eduardo Díez y col.**<br>Case-based learning in "Particle Technology" | **T3-32: Consuelo Pizarro**<br>Montando un estudio de grabación en mi salón: todo sea por la docencia |
| 13:00-13:40 | **Sala M1: Webinar**<br>**"How to publish your high-quality engineering education research?"**<br>**Jarka Glassey, Editora jefe de Education for Chemical Engineers** | |
| 13:40-15:00 | **Comida** | |
| 15:00-15:30 | **Presentación del resumen general del VI CIDIQ**<br>**Premios a las mejores presentaciones y pósteres** | |
| 15:30-17:00 | **Sala M1: Charla plenaria de clausura**<br>**"Evolución en la enseñanza de la Ingeniería Química en España"**<br>**José Luis Sotelo Sancho, Catedrático de Ingeniería Química UCM**<br>**Acto de clausura** | |
| 19:00-21:30 | **Actividad cultural** | |

# CONFERENCIAS PLENARIAS

# La repercusión de la acreditación en la enseñanza de la Ingeniería Química en España

**Rafael van Grieken Salvador**

rafael.vangrieken@urjc.es

Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental

Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología

Av. Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España

**Palabras clave:** Calidad; acreditación; ingeniería química; EURACE; resultados de aprendizaje.

## Resumen

El lunes 24 de diciembre de 2001 se publicaba en el Boletín Oficial del Estado la Ley Orgánica de Universidades (LOU) con la voluntad de incorporación efectiva de España al proceso de Bolonia, un ejemplo de integración europea que ha sido considerado, con el paso del tiempo, como una política de éxito para los 48 países que conforman hoy el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Sin embargo, no fue hasta la modificación de la LOU en abril de 2007 cuando se introdujeron elementos de gestión de calidad universitaria que han transformado nuestro panorama universitario.

¿Y cómo repercutieron estos cambios en la enseñanza de la Ingeniería Química en España? En 2002 había 29 universidades (2 privadas) que ofrecían el título de Ingeniero Químico con un plan de estudios de 5 años distribuidos en dos ciclos (3+2, aunque había alguna excepción de 2+2 o incluso 2+3), con una carga lectiva media de 349 créditos, y una oferta total de unas 2.200 plazas presente en todas las comunidades autónomas. Muy vinculada a estas enseñanzas, existía la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Química Industrial, impartida en 23 universidades (algunas en varios campus), con un plan de estudios de 3 años, una carga lectiva media de 225 créditos (llegando en ocasiones a 236), y una oferta de unas 2.000 plazas. En junio de 2022 son 35 las universidades españolas (1 privada) que ofertan el grado de Ingeniería Química (algunas en varios campus), o el de Ingeniería química Industrial, con 240 créditos ECTS, y que implican una oferta de unas 2.700-2800 plazas de primer curso. Asimismo, el máster universitario en Ingeniería Química se ofrece en 27 universidades (1 privada), mayoritariamente con 90 ECTS, y una oferta global de alrededor de 750 plazas.

Pero además de los cambios señalados, muchos otros aspectos han evolucionado como consecuencia de nuestra adaptación al EEES: la acreditación de programas o instituciones, la adopción de crédito ECTS como unidad de medida universal para dimensionar el trabajo que suponen las asignaturas, el suplemento al diploma, el marco de cualificaciones europeo, etc. Todos estos elementos han contribuido decisivamente a una mayor comparabilidad de los títulos de la educación superior, una dimensión europea de la educación superior, la promoción de la movilidad europea y avanzar en el reconocimiento automático de títulos y períodos de estudio. Para ello ha sido imprescindible crear un marco europeo de aseguramiento de la calidad basado en los criterios y directrices europeos [1], el compromiso de las instituciones de educación superior (EUA y EURASHE) y otros agentes de interés (ESU, Business Europe y Education International), y las agencias de calidad europeas (ENQA y EQAR).

Más de la mitad de los países de todo el mundo han establecido mecanismos de garantía de la calidad en educación superior de diversos tipos, basados en una variedad de propósitos y procesos, que incluyen auditoría, acreditación, evaluación, clasificación y evaluación comparativa [2]. El compromiso de los gobiernos para garantizar umbrales de calidad europeos a los proveedores de educación superior se recogió en la declaración de Bolonia de 1999, aunque no es hasta la declaración de Praga de 2001 donde aparece por primera vez la acreditación como uno de los instrumentos en materia de aseguramiento de la calidad. Una tendencia actual en Europa es la convivencia de la acreditación de programas (mayoritaria en Italia o España) con la acreditación institucional (mayoritaria en Francia o Austria), en ocasiones con un enfoque exclusivo hacia los Sistemas de Aseguramiento Internos institucionales (mayoritaria en los países nórdicos, Países Bajos o Suiza). En España, además del proceso de autorización en manos de las Comunidades Autónomas para iniciar las actividades de cualquier universidad, la acreditación obligatoria de programas tiene tres fases bien diferenciadas para los niveles 6, 7 y 8 del Marco Español de Cualificaciones en la Educación Superior (grado, máster y doctorado): verificación, o evaluación ex-ante; seguimiento y modificación; y renovación de la acreditación, o evaluación ex-post. En el caso del grado de Ingeniería Química (o Ingeniería Química Industrial), dado que mayoritariamente las universidades (36 de 39) han optado por asumir los requisitos de la Orden CIN/351/2009 (9 de febrero, BOE de 20 febrero de 2009) para que los poseedores de sus títulos estén habilitados para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, la

formación en España resulta mucho más homogénea en todo el territorio nacional tras la consolidación del proceso de Bolonia.

Pero las acreditaciones no sólo constituyen una herramienta de política pública de los gobiernos del EEES sino que también se han convertido en un elemento de confianza hacia la sociedad. Así, promovida por asociaciones profesionales de ingeniería de distintos países europeos, nace la European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAEE) que promueve la calidad de la formación ingenieril a través de la acreditación para la obtención del sello EUR-ACE® [3]. Su proyección internacional es evidente puesto que un 30% de los títulos acreditados son no europeos, compitiendo en el panorama mundial con iniciativas similares como el Washington Accord. En España ha sido posible su desarrollo gracias al acuerdo entre la agencia nacional de evaluación de la calidad y acreditación (ANECA) y el Instituto de la Ingeniería de España (IIE), en un ejemplo europeo de colaboración entre la academia y las asociaciones profesionales de la ingeniería. En la actualidad son 287 títulos (223 de grado y 64 de máster) de 40 universidades, relacionados con los distintos campos de la ingeniería en España, los que han obtenido este reconocimiento y que dan cuenta de la dimensión internacional de este tipo de formación. En el caso concreto de la Ingeniería Química, son 24 programas acreditados de acuerdo con el marco EURACE (20 grados y 4 máster) de 19 universidades, y otros 3 adicionales si tenemos en cuenta otras acreditaciones internacionales, representando un 56% de los grados impartidos, o un 54% de las universidades que ofrecen este grado. Esa apuesta inequívoca de internacionalización de nuestras universidades se ha visto también favorecida por el singular planteamiento del sello EURACE en España, tratando de aprovechar la información y valoración que proviene de la acreditación nacional para centrar la acreditación EURACE en dos aspectos singulares, pero muy relevantes: los resultados de aprendizaje y el soporte institucional.

El Real Decreto 420/2015 introdujo la posibilidad de la acreditación institucional en España, abogando por "fórmulas más eficientes", que "incluyan una dimensión institucional" como "alternativas al modelo vigente". La acreditación institucional de un centro universitario comporta la renovación de la acreditación del conjunto de títulos universitarios oficiales impartidos en éste, siempre que se reúnan dos requisitos: tener renovada la acreditación de más de la mitad de sus grados y másteres, y tener "certificado" su sistema interno de garantía de calidad. A estos requisitos el reciente Real Decreto 640/2021, de 27 de julio, ha añadido haber renovado también la acreditación de más de la mitad de los programas de doctorado, dejando pendiente en manos de las agencias de calidad el desarrollo de procedimientos para la renovación de la acreditación institucional, de acuerdo con el protocolo general aprobado recientemente en el seno de la Conferencia General de Política Universitaria. Y en el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, se continúa promoviendo la acreditación institucional con ventajas adicionales, tanto en los procesos de seguimiento como de modificación de los títulos oficiales. Son ya 16 los grados de Ingeniería Química (o Ingeniería Química Industrial), de un total de 39, los que han renovado su acreditación a través del procedimiento institucional.

En este panorama resulta indudable la relevancia que han adquirido los Sistemas Internos de Garantía de Calidad en las universidades, extendiendo su influencia a la oferta de formación continua (títulos propios), y los sitúa como uno de los elementos claves para la futura renovación de la acreditación institucional. Otra materia pendiente de nuestro sistema universitario, para el corto y medio plazo, es el desarrollo de los resultados de aprendizaje en la definición de los títulos universitarios, vinculados a las competencias, muchas veces abstractas y difícilmente evaluables directamente, tal y como se han recogido en muchas memorias de verificación. La definición de resultados de aprendizaje concretos por asignatura, que puedan integrarse en las competencias más genéricas y abstractas contempladas para la definición del título, es una tarea pendiente para hacer efectivo el cambio hacia el aprendizaje centrado en el estudiante [4], en línea con los criterios y directrices europeos en materia de calidad universitaria, y en línea con los últimos consensos gubernamentales del proceso de Bolonia de Yeravan (2015), París (2018) y Roma (2020).

## Referencias

[1] Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG), 2015, Brussels, Belgium. http://bit.ly/2G3D134

[2] La garantía de calidad y los criterios de acreditación en la educación superior: perspectivas internacionales, 2020. IESALC UNESCO (París, France). https://bit.ly/3ewVuUH

[3] https://www.enaee.eu/

[4] Gover, A., Loukkola, T. and Peterbauer, H., 2019, Student-centred learning approaches to quality assuraance. Learning and Teaching Initiative. EUA report (Brussels, EUA). http://bit.ly/2Jdiltc

# Evolution of Programme Structures and Teaching Methodologies for Chemical Engineers?

**Eric Schaer**[1,*]

[1] ENSIC-LRGP, Université de Lorraine, 1 rue Grandville, BP 20451, 54001 NANCY, France
Eric.Schaer@univ-lorraine.fr

**Keywords:** programme structures, teaching methodologies.

## Abstract

Ecological emergency, consequence of greenhouse gases emissions, is of major concern for society. We now talk about socio-ecological transition. New sources of energies have to be developed, and the existing ones have to be optimized, to improve their efficiencies and to prevent increase of the already observed global warning. Industries and transportations need also to reduce their impact of the greenhouse gases emissions.

Chemical engineers, trained with a systemic approach, based on mass and energy balances, integration of different subjects, and the ability to optimize and innovate processes should be able to contribute, not alone, and to provide some elements of solution.

The future Chemical Engineer needs deal with interdisciplinarity (and the ability to identify new chemical paths, new domains), energetic transition (and the capacity to find new processes, including biomaterials or resourced products for a carbon free industry, to develop thermal integration or new sources of energy storage) and digital transformation (for an on-demand production, of intensified processes, using artificial intelligence and neural networks)

The future Chemical Engineers will also have to deal with information inflation, internationalization of markets and supplies, social and environmental responsibilities, decision making (with frequently limited or incomplete information), critical thinking and creativity, and the ability to anticipate.

What a challenge! To bring some elements of solution, the Chemical Engineering programme structures might need to be adapted?

The importance of basic knowledge and understanding is not questionable! It is regularly highlighted by both industrialists and academics. But this should also include new trends, such as sustainability, biochemistry and products, digital competencies, dynamics… Engineering skill should either not be reduced, and professional skills are of increasing importance!

The programme structure, as defined by the European Federation of Chemical Engineering, can bring some elements. It is composed of 8 skills, all described in competencies, according to the Bloom Taxonomy (knowledge, understanding, application, analysis, synthesis and evaluation), dealing with Cognitive skills, Engineering skills and professional skills.

Such a programme structure includes:

- Basic knowledge and understanding of core chemical engineering topics (balances, thermodynamics, transport, separations, reactions, unit operations, including also fundamentals in mathematics, physics, chemistry, biology, informatics and digitalization.
- Engineering skill, and the ability to analyse & design complex processes, systems and products, to develop investigations and to practice. Industrial internships are intended to contribute to the engineering practice, to illustrate the applications and limitations of theory, to set the courses in a wider context, to understand the nature and approach of applied industrial projects and to provide social and management skills.
- Transferable skill should include economic dimension, ethics and professional responsibilities, the ability to act for the transition of companies and society. These include also management, innovation, in intercultural context, as well as the capacity to make personal and professional choices.

Skills assessments also need to use suitable methods to evaluate their acquisition, corresponding to a task carried out in a professional context. Such authentical situations are based on case studies, project and problem solving, internships in research laboratories or industry, practical works…

For a limited training period, integration of such new and different subjects in a 5 years programme might need to make some choices, to propose some specializations, or to develop lifelong learning.

Fortunately, some innovative teaching methodologies have been developed and might also be used. The contributions of neurosciences and cognitive sciences highlighted the importance of mutual attention, of active engagement, of feedback, and of distribution of the learning phases. This is of great interest when teaching to students of the Z (like zapping) generation, characterized by their ability to do several things at once, that grew up with YouTube tutorials and MOOCs, that prefers to learn by doing, and whose attention span might be limited.

Such active teaching methodologies include flipped classrooms, problem and project based learning, online courses, and are based on active engagement, on collaborative learning and on co-construction of knowledge. This implies a change in the teachers' posture, who guides the students in their learnings. These active teaching methodologies are also complemented by numeric tools (tutorials, learning analytics, virtual or augmented reality devices) adapted learning spaces, allowing authentic situations, and assessment of skills.

Chemical engineering concepts seem then necessary to address the socio-ecological transition. Some new emphases are needed on sustainability, digitalization & professional skills, that might be defined in concertation with industrialists. Active teaching and tools ensure better involvement of the learners, and are known to improve training, favoring acquisition of knowledge and development of skills.

Institutions should continue to involve industrialist in steering committees, promote teachers' training and encourage the use of active methodologies, tools & learning spaces. Industrialists should also contribute to the reflexions on teaching contents and be involved in acquisition of engineering and transferable skills. Teachers are encouraged to use and develop reflexive teaching, to continue to train on innovative technologies and teaching methods and might develop & promote lifelong learning activities.

## References:

[1] Feise, H. & Schaer, E. Mastering digitized chemical engineering, ECCE, 2019.
[2] Dehaene, S. Apprendre ! - Les talents du cerveau, Le défi des machines, Odile Jacob, Paris, 2018.
[3] Dale, E., Audivisual methods in teaching, Dryden, New York, 1969.
[4] European Federation of Chemical Engineering:
https://efce.info/Scientific+Groups/Education/Publications/_/EFCE_Bologna_Recommendations_2020.pdf
[5] iTeach Project, https://research.ncl.ac.uk/iteacheu/
[6] Schaer, E. & Andre, J.C. Un renouveau du génie des procédés, ISTE, 2019.
[7] The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015.

# Camino al Aprendizaje Activo y Cooperativo

**Asier Aranzabal**[1]

asier.aranzabal@ehu.eus

[1] Universidad del País Vasco/EHU, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencia y Tecnología, Barrio Sarriena, s/n, Leioa (Bizkaia)

**Palabras clave:** Taxonomía de Bloom; Resultados de Aprendizaje; Evaluación formativa; Aprendizaje Cooperativo; Generación Z.

## Resumen

Mi acercamiento a las metodologías docentes partió de una desilusión del tipo de enseñanza-aprendizaje y de resultados inferiores a los esperados. Mi forma de impartir clases era básicamente por imitación de mis profesores y de cómo aprendí como alumno. Y probablemente mi error fue asumir que los alumnos podían ser como yo-alumno o yo-profesor y no darme cuenta de la diversidad que tenía delante. Alrededor del 2005, me topé con la página web del profesor de Ingeniería Química, Richard Felder (NC State University) [1], en la que se proporcionan claves para el aprendizaje activo y cooperativo en Ciencia e Ingeniería, y que fue fuente de inspiración en mi camino hacia dicho enfoque. El reto era encontrar la forma de implementar sus consejos.

La primera clave de mi conferencia la proporciona el Profesor Felder [1], que dice: "la enseñanza universitaria es la única profesión cualificada para la que no se proporciona ni se exige ninguna preparación o formación. Obtienes un doctorado, te incorporas a una facultad, te enseñan tu despacho y comienzas a dar clase a 100 alumnos de la(s) asignatura(s) que se te asigne(n)".

La segunda clave, es que los alumnos que tenemos delante no son como nuestra generación, por lo que sus intereses a la hora de aprender, incluso su forma de aprender es diferente y además evoluciona constantemente, porque la propia sociedad también lo hace. Actualmente, la mayoría de los profesores universitarios pertenecen a la generación de "baby-boomers" nacidos en la postguerra y a la generación X (60 y los 80), mientras que los alumnos que tenemos en nuestras aulas pertenecen a generación Z (1995 y 2010). Los estudios [2] indican que sus hábitos de aprendizaje se caracterizan por: ser hábiles en realizar múltiples tareas de manera simultánea, y cambiar con facilidad de un tema a otro; mantener la atención en periodos cortos (clases magistrales los aburre); tender a disminuir la atención hacia la tarea; demandar "información clara, útil y rápida, presentada de forma gráfica; ser efectivos para trabajar en red y acceder a la información por medio de ella, en lugar de consultar lecturas tradicionales o hacer búsquedas sistemáticas en libros; la preferencia por la información a través del vídeo (YouTube); interés por aprender a través del juego y no por el medio de trabajo académico tradicional; mayor predisposición para el aprendizaje cuando se utiliza metodologías activas que promueven el trabajo colaborativo, actividades que tengan una vertiente práctica y aplicación en su vida real,; la preferencia hacia la formación experimental y práctica, que use innovaciones y trabajos en grupo, interactividad presencial y digital. Estas dos claves ponen en valor la importancia de que los profesores dispongan de una formación pedagógica potente, más allá de la formación investigadora.

La tercera clave está relacionada con mi experiencia en la formación de profesorado en aprendizaje activo y cooperativo. Empecé (2008) en la formación de profesores universitarios para hacer uso "activo" de la plataforma Moodle, en lugar de sólo colgar apuntes y recoger trabajos. Después tuve la oportunidad de participar en el programa BEHATU (observar) para viajar (y visitar junto con otro grupo de profesores) a la Universidad de McMaster en Canadá (cuna del método Aprendizaje Basado en Problemas, PBL). Esta visita nos permitió construir el programa ERAGIN (impulsar, influir, mover…) para la formación de profesorado en las metodologías Aprendizaje Basado en Problemas/ Proyectos/ Casos. Se estableció como objetivo formar los profesores de forma experiencial, es decir, incorporar una de las tres metodologías en sus aulas a través de su asignatura. La labor de los formadores fue la de mentorizar y asesorar a los profesores participantes. Después de 6 años del programa ERAGIN, impartí junto con profesores de otras áreas, cursos de formación en metodologías activas durante 5 años más.

Puesto el contexto de las tres claves, no pretendo que mi conferencia sea una lista de qué hacer y no hacer con las metodologías activas. Soy consciente de que cada profesor tiene en el aula un contexto muy particular, una asignatura particular, un número de alumnos particular, un estilo de docencia particular, etc. Tampoco pretendo que sea una conferencia de diversas metodologías activas. Los años como formador nos han permitido concluir cuál es el camino reflexivo que debemos seguir los profesores para llegar a definir el mejor método de enseñanza que podemos ofrecer a nuestros alumnos. Estas son algunas de las ideas:

Despertar el interés de los alumnos por la materia que se enseña es esencial para el éxito de la enseñanza y el aprendizaje. Para lograr este objetivo se ha de implicar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. También se sabe que el conocimiento no se recibe, sino que se construye. Por eso, se dice que los enfoques activos y centrados en el alumno suscitan habilidades cognitivas de alto nivel identificadas en la Taxonomía de Bloom y tienen un enorme impacto positivo en el aprendizaje. La taxonomía de Bloom es una clasificación del tipo de aprendizaje que queremos en nuestros alumnos y, por tanto, es una brújula en el diseño de cómo queremos enseñar y cómo queremos que aprendan la Ingeniería Química. La taxonomía de Bloom establece una jerarquía en los niveles cognitivos del tipo de aprendizaje. El nivel más bajo de la acción de aprender implica recordar hechos, conceptos, datos, etc. Los alumnos utilizan este tipo de aprendizaje para preparar la parte de un examen de teoría, donde saben que se les va a preguntar que desarrollen lo que han memorizado sobre características de reactores químicos, o que hagan una lista de operaciones basadas en la transferencia de materia. No implica entender, sólo recordar. La acción de entender está en un nivel algo superior. Por ejemplo, si el tipo de examen para el que se prepara hace preguntas tales como que explique la diferencia entre la transmisión de calor por convección y por conducción. El tercer nivel consiste en aplicar, es decir, usar la información en situaciones nuevas. En la mayoría de las asignaturas de Ingeniería Química tienen un componente de resolución de problemas o ejercicios de aplicación. Y así sucesivamente vamos subiendo de nivel: analizar, evaluar y crear. El nivel más alto es la acción que requiere crear, producir algo nuevo y original. Puede incluir, diseñar, construir, formular alternativas, investigar, etc.

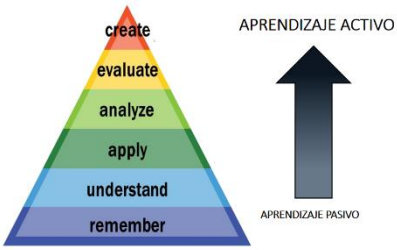



**Figura 1**. Taxonomía de Bloom

La taxonomía de Bloom ayuda a establecer los resultados de aprendizaje [3] en nuestras asignaturas. Es decir, concreciones de qué deben saber hacer al final de la asignatura, siendo conscientes de que "eso qué deben saber hacer" cumpla las siguientes características: que sea factible, alcanzable, limitado en el tiempo, orientado al resultado, observable y evaluable. Esto, asimismo nos va a facilitar identificar el tipo de método y tipo de tareas más apropiadas para que el alumno alcance los resultados de aprendizaje que hemos definido. Cuanto mayor es el nivel cognitivo asociado a los resultados de aprendizaje, más activo el proceso enseñanza-aprendizaje.

Este enfoque de la planificación de la enseñanza incluye planificar la evaluación para que sea un elemento adicional de aprendizaje (evaluación formativa): evaluar para aprender, en lugar de "sólo" evaluar lo aprendido (evaluación sumativa). El elemento más importante de la evaluación formativa es el feedback del profesor al alumno. Ante todo, el feedback debe ser lo más inmediato posible. Sus características más comunes son: Puede ser individual o generalizado; se ha de resaltar tanto los aspectos positivos como los elementos a mejorar; las siguientes acciones o tareas deben dar la oportunidad de mejorar; se puede hacer un comentario (escrito) generalizado después de cada examen o control, y por supuesto es importante resolverlos cuanto antes en clase; también se puede proporcionar junto con el feedback un modelo del entregable bien hecho. Los criterios de evaluación deben ser claros y conocidos por el alumno antes de comenzar con la acción o tarea. La mejor forma de acometer esta faceta de transparencia y equidad, es la evaluación por rúbrica.

El 90% de estas metodologías activas están pensadas para implementarlas en equipo. Por lo que, además, debemos poner atención en planificar y gestionar el aprendizaje en equipos, es decir, el aprendizaje cooperativo. Este es un elemento muy importante por varias razones. Por una parte, porque cada vez más se demandan buenas habilidades para el trabajo en equipo, y por otra, porque es un elemento motivador en la construcción de su aprendizaje. Pero el aprendizaje por equipos no es algo que se produzca de forma instantánea. Nuestra propuesta, como formadores, ha sido basar esa planificación en los 5 ingredientes de aprendizaje cooperativo de Johnson & Johnson [4]. La composición de los equipos y el reconocimiento mutuo de las habilidades es un elemento motivador adicional, muy potente, al que también debemos prestar atención [5].

## Referencias

[1] Richard Felder's Legacy Website, NC State University, https://www.engr.ncsu.edu/stem-resources (6/15/2022).

[2] Castro, A., Patera, S., Fernandez, D. ¿Cómo aprenden las generaciones Z y Alpha desde la perspectiva docente? Implicaciones para desarrollar la competencia aprender a aprender, Aula Abierta, 2020, 49, 279 – 285. DOI: 10.17811/rifie.49.3.2020.279-292.

[3] ANECA Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje, Junio 2013.

[4] Johnson, D. W., Johnson, R., & Smith, K. (2006). Active learning: Cooperation in the university classroom (3rd ed.). Edina, MN: Interaction.

[5] Aranzabal, A., Epelde, E., Artetxe, M. Team formation on the basis of Belbin's roles to enhance students' performance in project based learning, 2022, 38,22-27.

## Agradecimientos

Mis agradecimientos van dirigidos a todas las personas con las que he podido compartir y debatir ideas sobre cómo podemos mejorar la enseñanza universitaria, en la que incluyo específicamente a mis compañeros del dpto, a los profesores formadores con los que he participado en las diferentes etapas, a los profesores que han asistido a ms programas de formación, a los profesores con los que he intercambiado ideas en los congresos de innovación docente y por supuesto a todos los alumnos con los que ha crecido como profesor. Quisiera agraceder al Vicerrectorado de Innovación, Proyección Social y Actividades Culturales y al Servicio de Asesoramiento Educativo de la UPV/EHU por contar conmigo en los diferentes programas de formación de profesorado, y por la financiación de los Proyectos de Innovación Educativa PIE2017/18No17 y PIE2019/20No88. También al equipo de Belbin Spain & LATAM, y en especial a Marian Albaina por todas sus enseñanzas entorno a la metodología Belbin. Por último al de Ingeniería Química de la UPV/EHU que actualemente financia los informes Belbin de todos los alumnos que participan en la asignatura Ingeniería de Procesos y Producto.

# Evolución de la enseñanza de Ingeniería Química en España

**José Luis Sotelo Sancho**

chejls@ucm.es

Universidad Complutense, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Ciudad Universitaria, Madrid

**Palabras clave:** Ingeniería Química, Grado, Tecnología del conocimiento

## Resumen

La enseñanza de la Ingeniería Química, que se estableció inicialmente como una vía para la formación de profesionales para la Industria Química, ha experimentado importantes transformaciones a lo largo del siglo XX, ampliando su campo a otras industrias relacionadas como la biotecnología, eléctrónica o los nuevos materiales, y modificando sus paradigmas en función de la disponibilidad de los ordenadores digitales, con capacidades y velocidades crecientes, de otros dispositivos electrónicos, internet, redes, que afectan de forma transversal a toda la actividad humana, desde los procedimientos industriales al desarrollo de la enseñanza.

La enseñanza de la Ingeniería Química en España se desarrolla con un cierto retraso respecto a otros países y se inicia como una especialidad dentro de los estudios de Ingeniería Industrial y de Química, situación que se mantuvo hasta la década de 1990, en la que, impulsada por la reforma de las enseñanzas universitarias, se establece la titulación de Ingeniería Química. La titulación es ya homologable con la existente en otros países e incluye los intensos cambios experimentados a nivel industrial en las dos décadas precedentes (extensión a otras áreas como biotecnología o electrónica, materiales, medio ambiente) así como en las materias que configuran la titulación, que evolucionan en gran parte como consecuencia de la creciente capacidad de los computadores digitales (análisis a micro y macroescala de las operaciones y procesos, simulación, etc.).

Un profundo cambio en la enseñanza de la Ingeniería Química se produce hacia 2010 al modificarse de modo general la estructura de todas las titulaciones universitarias españolas como consecuencia del denominado proceso de Bolonia y el establecimiento del EEES, que conduce a una nueva distribución de las enseñanzas, con niveles de Grado (4 años), Máster y Doctorado. Los nuevos Grados se estructuran siguiendo las directrices generales, el análisis colectivo del estado de los estudios de Ingeniería Química (Libro Blanco del Grado de Ingeniero Químico) y también, en la mayoría de los Grados de Ingeniero Químico existentes, las normas que deben cumplir los títulos que habilitan para ciertas profesiones reguladas, como es el caso de la Ingeniería Técnica Industrial.

En paralelo con el desarrollo de las nuevas enseñanzas de Grado han tenido lugar grandes cambios en el campo industrial más directamente vinculado a las enseñanzas de Ingeniero Químico y en otras áreas más transversales que afectan a toda la industria y a la sociedad, como son la 4ª Revolución Industrial (comunicaciones, IA, Ciencia de Datos, ML), energía, cambio climático o la economía circular.

En el área industrial más específicamente relacionada con la Ingeniería Química se han producido cambios o tendencias notables que deberán afectar al futuro de las enseñanzas. Entre otros, puede señalarse: la descarbonización de los procesos energéticos, menor importancia del petróleo como fuente energética, la intensificación de procesos, procesos electroquímicos y fotoquímicos, nuevos materiales o la ingeniería de producto.

En general se considera que la estructura de los estudios de grado (o equivalente) de Ingeniería Química, que incluye en todo caso un núcleo de materias que lo conforman y dan entidad, sigue siendo válida para la formación de graduados aptos para desempeñar funciones varias en diversas áreas industriales, o bien para extender su formación con estudios de postgrado [1].

La rapidez con que se producen los cambios mencionados, tanto en aspectos específicos de las industrias más relacionadas con la Ingeniería Química como en la tecnología del conocimiento vinculada a la cuarta revolución industrial [2] hacen aconsejable su incorporación al curriculum de grado, modificando las materias que lo constituyen o su contenido.

Por otra parte, las nuevas tecnologías de información han incrementado las posibilidades de la enseñanza semipresencial o virtual, pero también han ampliado la visión de la enseñanza presencial, con contacto síncrono profesor-estudiante, que puede llevarse a cabo más allá de los espacios físicos del aula o el laboratorio. Metodologías de enseñanza alternativas, potenciadas también por las tecnologías de la información, deben contemplarse para una mejora del proceso educativo.

Aunque en la última década se han producido escasos cambios en los más de 30 Grados de Ingeniero Químico existentes en España, en los años próximos deben revisarse las titulaciones para adaptarlas a la nueva legislación, además de actualizarlas con los nuevos avances tecnológicos y metodológicos que conduzcan a unos Grados más eficientes, con flexibilidad suficiente para integrar fácilmente los cambios que sin duda se producirán en el futuro de modo aún más acelerado.

**Referencias**

[1] European Federation of Chemical Engineering. Bologna Reccomendations 2020: https://efce.info/Scientific+groups/Education/Publications/_/EFCE_Bologna_Recommendations_2020.pdf

[2] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2022. *New Directions for Chemical Engineering* The National Academies Press, Washington, DC. https://doi.org/10.17226/26342

# PRESENTACIONES ORALES

# Aprendizaje colaborativo en Gestión y Tratamiento de Aguas

**Almudena Hospido Quintana***, Ángeles Val del Río

(*almudena.hospido@usc.es)

Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE), Santiago de Compostela, España

**Palabras clave:** aguas residuales urbanas, aguas residuales industriales, EDAR, ETAP.

## Resumen

Esta contribución presenta un sencillo y exitoso ejercicio de aprendizaje colaborativo implementado en la materia optativa de Gestión y Tratamiento de Aguas (GTA) de 3º curso del Grado en IQ. La materia tiene como objetivo proporcionar al alumnado los conocimientos necesarios sobre las operaciones unitarias y procesos que se utilizan en el acondicionamiento de aguas de uso urbano e industrial, en la depuración de aguas residuales o en el tratamiento de lodos de depuradoras de aguas; complementando así los contenidos de caracterización y tratamiento de aguas abordados en Ingeniería Ambiental, materia obligatoria que se imparte en paralelo a GTA.

El programa de GTA se divide en 7 temas, aplicándose esta actividad colaborativa en tres de ellos: T2 Acondicionamiento de aguas y minimización de consumos, T3 Procesos químico-físicos de tratamiento, y T7 Línea de fangos. En el T2 el alumnado debe seleccionar una ETAP así como un recibo del servicio de agua de un hogar español e identificar los siguientes elementos en un archivo Excel disponible en el campus virtual que luego se analiza y discute en conjunto en el aula:

- ETAP, empresa gestora y punto de captación, caudal de agua tratado, existencia o no de los siguientes procesos: coagulación-floculación, decantación, filtración, cloración, ozonización, carbón activo, UV, otros.
- Ayuntamiento, consumo real y consumo mínimo facturado, coste del servicio y elementos que se facturan.

En el T3, el proceso de coagulación-floculación se analiza a través de la revisión de ejemplos reales (Figura 1) que el alumnado debe reportar nuevamente en un archivo Excel, así como preparar dos diapositivas para presentar oralmente en el aula. En el T7, la actividad replica el procedimiento, pero aplicado a la línea de lodos de una EDAR.

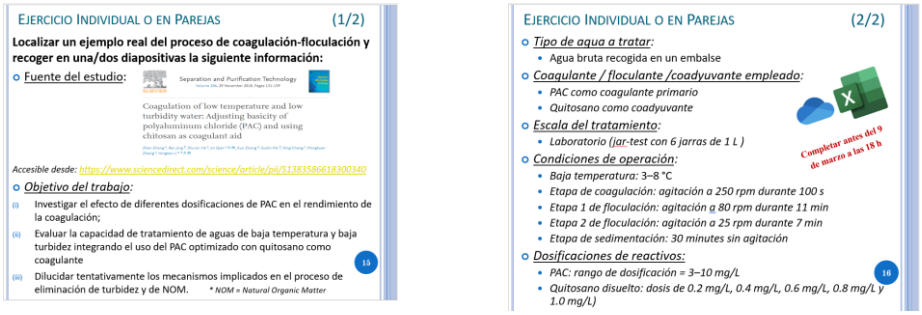



**Figura 1.** Indicaciones para la realización del ejercicio del T3 de coagulación-floculación.

La actividad se implementó en el curso 2019/20, siendo valorada positivamente por parte del alumnado tras su realización (Figura 2). En estos tres cursos la materia ha mantenido unos niveles de matrícula elevados, así como de valoración de las profesoras involucradas y de la materia en su globalidad.

**Figura 2.** Valoración anónima por parte del alumnado del curso 2020/21 mediante Mentimeter

.

# El aula invertida como estrategia docente en las prácticas de laboratorio de la asignatura Ingeniería Química

**María del Mar Mesa***, Antonio Montes, José M. Abelleira-Pereira

(*mariadelmar.mesa@uca.es)

Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Campus de Puerto Real, 11510 Cádiz.

**Palabras clave:** (aula invertida; prácticas de laboratorio; videotutoriales; ingeniería química).

## Resumen

El presente trabajo se centra en la implementación, análisis y evaluación del modelo pedagógico aula invertida (del inglés *flipped classroom*) en la asignatura Ingeniería Química del 3er curso del grado en Química de la Universidad de Cádiz (cursos 20-21 y 21-22). Este modelo promueve usar medios tecnológicos para el aprendizaje de las asignaturas y dedicar el tiempo de clase a realizar actividades en las que se incentive la participación activa de los alumnos, el pensamiento crítico, la creatividad, la interactividad y la comunicación.

El modelo se aplicó en las prácticas de laboratorio de la asignatura, en las que los alumnos trabajan en grupos con diferentes equipos relacionados con el flujo de fluidos, la transmisión de calor y las operaciones de separación. La estrategia didáctica consistió en que cada grupo debía realizar un videotutorial sobre una de las prácticas realizadas para que luego el resto lo visionara antes de la sesión de laboratorio, y se desarrolló del siguiente modo: primero, grabaron y explicaron en vídeo el funcionamiento del equipo; después, abrieron un canal de YouTube y subieron el vídeo; por último, crearon una lección en la plataforma TED-Ed —la videoteca educativa de TED— a partir del propio material audiovisual y añadieron un cuestionario mediante la sección *Think* de la plataforma para que el resto de sus compañeros, tras ver los vídeos, pudiesen comprobar si habían comprendido los conceptos fundamentales y los procedimientos experimentales expuestos.

Con objeto de sondear la opinión de los alumnos acerca de la actividad, la última semana de prácticas se les solicitó que expresaran su grado de conformidad mediante una encuesta de escala de Likert. En la siguiente gráfica se muestra la media de las respuestas dadas por los 96 alumnos que cursaron la asignatura.

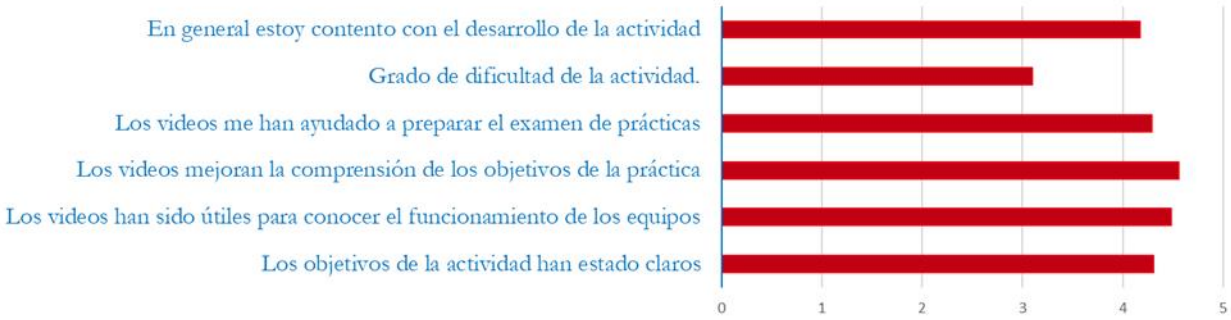



**Figura 1.** Resultados de la encuesta de satisfacción sobre la actividad.

Como puede apreciarse, en la mayoría de los casos, la media de las respuestas en la escala es mayor que 4, a excepción del grado de dificultad que se sitúa en un nivel 3, lo cual es, en este caso, un valor muy positivo. Con respecto a la utilidad de la actividad en la comprensión de los conceptos básicos, puede observarse que valoran muy positivamente la ayuda que les proporcionan los vídeos a la hora de comprender los objetivos de la práctica (4,6±0,63σ), el funcionamiento de los equipos (4,5±0,57σ) y que los puedan utilizar con posterioridad para la preparación del examen de prácticas (4,3±0,71σ).

## Referencias

[1] Valero, M.; Martínez, M.; Pozo, F.; Planas, E. A successful experience with the flipped classroom in the Transport Phenomena course. Edu. Chem. Eng. 2019, 26, 67-79.

[2] Munir, MT.; Baroutiana, S.; Young, B.; Carter, S. Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone. Edu. Chem. Eng. 2018 23, 25-33.

Área temática: T1. Nuevas metodologías docentes

# Estructuración jerárquico-secuencial y autodirigida de la asignatura Proyectos de Ingeniería: estructura de proceso y adaptabilidad ante la presencialidad

**Pablo Navarro**[*], Victor Ferro, Sara Mateo, Daniel Hospital, Rubén Santiago, Elisa Hernández, José Palomar, Noelia Alonso, Jessica Justicia, Francisco Heras, Alicia Polo

([*]pablo.navarro@uam.es)

[1] Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Calle Tomás y Valiente 7, 28049, Madrid, España

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos; Estructuración jerárquico-secuencial; Perfil de los estudiantes; Retroalimentación formativa; Autoevaluación

## Resumen

Ante la creciente necesidad de adaptar la docencia a las distintas realidades que la sociedad demanda, acelerada en los tiempos de pandemia, es necesario recurrir a metodologías docentes y herramientas de nueva generación. Sin embargo, la demanda social permite también reflexionar sobre la relación docente-asignatura-alumno, encontrando que la estructura de la asignatura es vital en la comunicación docente-alumno. Asimismo, una estructura de tres niveles (conceptual, práctico y autodirigido) parece la más acertada en la búsqueda de flexibilidad, toda vez los planos conceptual y práctico tienen sus casuísticas de adaptación al contexto social, mientras que las herramientas que potencien el carácter autodirigido son una necesidad actual compatible con cualquier tipo de contexto.

En la asignatura de Proyectos de Ingeniería de cuarto curso del grado en Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Madrid se presenta una estructura de la asignatura en forma de proceso, de manera que los contenidos teóricos y prácticos se entrelazan con una lógica jerárquico-secuencial. El contexto teórico de los proyectos de ingeniería y los sistemas de producción industrial se combinan con las bases económicas de un proyecto; se diseña un proyecto piloto que amolda los conceptos económicos y los conocimientos técnicos previos al pensamiento de proyecto. Finalmente, la experiencia del proyecto piloto se enriquece con el diseño avanzado de equipos y procesos para preparar al alumnado a abordar el proyecto final de la asignatura. Este diseño, además, se realiza en coordinación con asignaturas previas y futuras en el itinerario formativo del alumno.

Todas las etapas lógicas de la asignatura tienen actividades autodirigidas específicas de cada contenido; además, los alumnos son matriculados en un curso SPOC de simulación de procesos para facilitar las primeras etapas de la ingeniería de procesos, como curso inicial autodirigido, mientras que se diseñan sesiones de refuerzo que se imparten como tutoría grupal voluntaria al final de la asignatura como cierre y repaso metodológico para reforzar los puntos vitales de la asignatura. Adicionalmente, se diseñan un test inicial y un test final para posicionar a los alumnos en su inicio y establecer el impacto de la asignatura en los aspectos evaluados, tras incorporar los conocimientos y competencias adquiridos en la asignatura.

Los resultados académicos imponen una calificación media de 6,6 puntos y 53 aprobados en convocatoria ordinaria y 10 aprobados en extraordinaria, sobre una matrícula de 64 para el curso 2020-2021, en modalidad a distancia en su totalidad. Las actividades de evaluación (i-exámenes; ii-evaluación frecuente; iii-proyecto final) se relacionan con la calificación global de la asignatura con alto grado de correlación ($R^2$ oscila entre 0,8 y 0,95). El test final, asimismo, mejora de forma sistemática la radiografía inicial del curso, mostrando que los puntos débiles identificados se han mejorado de forma sistemática y proyectado a los objetivos de la asignatura junto con los puntos fuertes. Los resultados parciales del curso 2021-2022 imponen un resultado académico mejorado con una menor demanda de tutorías, mensajes en el foro o correos electrónicos.

Los resultados de satisfacción de los estudiantes, con datos disponibles para el curso 2020-2021, indican que los alumnos valoran muy positivamente la estructura de la asignatura (4,3/5) y la adaptabilidad a su formato a distancia (4,1/5), a pesar de la decisión de los docentes de no grabar las clases, aspecto que los alumnos no aprueban en un 79%, y/o aplicando criterios homogéneos de evaluación en toda la asignatura, esto último también valorado muy favorablemente por los alumnos (3,7/5).

# El TFG como puerta para la implementación del aprendizaje-servicio. diseño de un higienizador de aire

**Vicente Sanz Solana**[1], Belen Ramos Llopis[1], Eugeni Cañas Recacha[1], Enrique Sanchez Vilches[1]

(*sanzs@uji.es)

[1] Universitad Jaume I, Departamento Ingeniería Química, Avda Vicent sos Baynat s/n, Castellón, España

**Palabras clave:** APS; TFG, COVID, AEROSOL, HIGIENIZADOR.

## Resumen

El aprendizaje-servicio es una metodología educativa en la que los alumnos aumentan su comprensión de los contenidos específicos mediante un servicio a la sociedad, potenciándose numerosas competencias transversales (responsabilidad social, responsabilidad profesional/ética, liderazgo, comunicación, planificación, focalización de problemas/soluciones, …). Como consecuencia, existe un gran interés en su incorporación en los grados universitarios; sin embargo, su implementación en los grados de ingeniería, especialmente en ingeniería química, presenta diversas dificultades que han limitado su uso [1].

El trabajo de fin de grado (TFG) se considera una oportunidad para aplicar la metodología ApS, aunque el peso relativo de sus cuatro aspectos básicos (servicio, conocimiento, colaboración, análisis) [2] debe adaptarse a las condiciones específicas de la Ingeniería.

En este trabajo se analiza el cumplimiento de la metodología ApS al desarrollo de un TFG en el área de la Ingeniería Química.

La **necesidad social** se ha identificado a raíz de la pandemia de COVID-19. La exposición biológica se ha convertido en una de las principales preocupaciones a nivel mundial y la transmisión del virus a través de aerosoles es el mecanismo principal de su rápida propagación. El problema principal surge en los locales cerrados ocupados por personas (clínicas, quirófanos, colegios, locales comerciales, restauración, …), en los que la única tecnología disponible para limpiar el aire es la filtración con filtros HEPA. En estos locales no puede aplicarse ningún método de higienización (UV, ozono, …) debido a que la generación de iones es perjudicial para las personas.

Para poder dar una respuesta a dicho problema desde el área de la **Ingeniería Química** se ha desarrollado un sistema de higienización basado en las microondas (radiación no ionizante). El sistema puede equipararse a un reactor de flujo de pistón en el que se desarrolla una reacción de primer orden de inactivación de los virus. Para el diseño del sistema también ha sido necesario aplicar conocimientos de dinámica de fluidos, balance de energía, electricidad y electromagnetismo.

Para el desarrollo y diseño del sistema se ha buscado la **colaboración** de expertos en áreas complementarias (Medicina, microbiología, comunicaciones, prevención) y se ha involucrado a diversos colectivos involucrados: Hospital General de Castellón, Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (Fisabio), Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Castellón y el Servicio de Prevención de la Universitat Jaume I.

Finalmente, se **analiza** el nivel de interacción de los participantes en el trabajo y se evaluará la relación entre los conocimientos aprendidos en el proceso y su relación con el servicio abordado. Así mismo, se reflexionará sobre las implicaciones sociales derivadas del proyecto y sobre las vías para extender sus beneficios a la población más expuesta y con menos recursos.

## Referencias

[1] Cabedo, L, et al., "El Aprendizaje Servicio en los grados de ingeniería: abriendo el entorno a la Universidad", XIV Jornades de xarxes d'investigació en docencia universitaria. (2016)

[2] Oakes, William, "Service-Learning in Engineering: A Resource Guidebook" (2004). Higher Education. Paper 165. http://digitalcommons.unomaha.edu/slcehighered/165

Área temática: T1. Nuevas metodologías docentes

# Desarrollo y exposición de "miniprácticas" como contribución al aprendizaje profundo en ingeniería química

Vicente Sanz[1], Enrique Sánchez[1], Carolina Clausell[1], Eugeni Cañas[2]

(*sanzs@uji.es)

[1] Universitat Jaume I, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales, Avenida Vicente Sos Baynat s/n 12006, Castellón, España

[2] Universitat Jaume I, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica – Agustín Escardino, Avenida Vicente Sos Baynat s/n 12006, Castellón, España

**Palabras clave:** Laboratorio; Competencias comunicativas; Aprendizaje profundo, Videos de experimentos

## Resumen

Las prácticas de laboratorio, debido a las limitaciones temporales y económicas, únicamente cubren una parte de los conocimientos teóricos impartidos. Sin embargo, en muchos casos es posible diseñar "miniprácticas" que, con materiales habituales, permiten asimilar los conceptos teóricos correspondientes. El diseño de éstas por parte de los alumnos, supervisado por el profesor, y su presentación al resto de compañeros exige la reflexión crítica de los conocimientos y favorece su comprensión profunda, además de desarrollar competencias en comunicación. La implementación de estas miniprácticas, puede ser una herramienta muy potente en el proceso de aprendizaje, ya que:

- Aumenta la proactividad de los alumnos
- Permite ampliar los conocimientos prácticos de las asignaturas
- El diseño de la práctica exige la reflexión crítica y puede considerarse una fase de autoevaluación
- El trabajo en pequeños grupos desarrolla las capacidades transversales correspondientes.

El uso de las miniprácticas puede considerarse una herramienta incluida en un marco más amplio de "aprendizaje profundo" [1,2]. A pesar de la eficacia de estas técnicas, su implementación en las áreas de ingeniería química es baja.

El trabajo incluye dos ejemplos de miniprácticas elaboradas por grupos de alumnos del grado de ingeniería química de la Universitat Jaume I de Castellón pertenecientes a las asignaturas de Mecánica de Fluidos de segundo curso y de Operaciones Básicas de Tratamiento de Sólidos de cuarto curso realizadas durante el curso 2021-22. Los grupos estaban formados por equipos de entre 3 y 5 alumnos. Para la evaluación de la actividad, se diseñó una rúbrica en la que se evaluaba, tanto competencias específicas propias de cada asignatura, como competencias transversales.

Los resultados obtenidos han sido altamente satisfactorios, desde el punto de vista del objetivo académico. Así, se ha constatado que esta metodología potencia la creatividad sobre un determinado aprendizaje y, al hacerlo, favorece la comprensión y puede permitir su retención a más largo plazo, con la posibilidad de que dicho aprendizaje sirva más adelante para la resolución de un determinado problema en un contexto real, algo que habrá que comprobar. Como aspecto a mejorar tras esta primera tentativa, se deberá dotar al alumnado de medios técnicos que permitan mejorar la calidad de los videos elaborados, en particular el sonido.

## Referencias

[1] Houghton, W.. Engineering Subject Centre Guide: Learning and Teaching Theory for Engineering Academics, 2004.
[2] Ortega, C.; Hernandez, A. Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. Ra Ximhai 2015, 11, 213-220.

# La resolución de un crimen como estrategia para reforzar el conocimiento adquirido en el grado en Ingeniería Química

**Álvaro González-Garcinuño**[1,*], Antonio Tabernero[1], Antonio Sánchez[1], María del Carmen Márquez[1], Eva M. Martín del Valle[1].

([*]alvaro_gonzalez@usal.es)

[1] Universidad de Salamanca, Departamento de Ingeniería Química y Textil, Facultad de Ciencias Químicas, Plaza Los Caídos s/n, Salamanca, España

**Palabras clave:** gamificación; integración de conocimientos; evaluación de competencias.

## Resumen

El aprendizaje colaborativo y la gamificación son estrategias pedagógicas que han ido ganando importancia en los últimos años, también en el ámbito de la Ingeniería Química. Algunos autores han desarrollado diferentes dinámicas que combinan el conocimiento de una asignatura con la intuición y la perspicacia que también deben llevar asociados los futuros ingenieros químicos [1]. Sin embargo, estos desarrollos se han ejecutado tradicionalmente vinculados a una asignatura en concreto, para mejorar la adquisición de conocimientos en esa materia en cuestión. En el trabajo actual, se muestra la puesta en marcha de una estrategia educativa innovadora, para los alumnos de cuarto curso del grado en Ingeniería Química, donde las preguntas y los enigmas a resolver traten de integrar el conocimiento adquirido a lo largo de toda la titulación, de tal forma que se puedan unificar los resultados del aprendizaje de una forma diferente.

Concretamente, esta estrategia se ha desarrollado durante los cursos 2020-21 y 2021-22, en el segundo cuatrimestre del cuarto curso, con la participación de unos 30-40 alumnos por curso. En ambos casos, el desarrollo argumental trata de un crimen, cometido en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Salamanca, y que los alumnos deben resolver, al estilo del tradicional juego del Cluedo. Concretamente, deben responder a las preguntas sobre: quién fue el asesino, dónde ocurrió el asesinato, y con qué arma homicida fue ejecutado. Todos los sospechosos son profesores del Departamento, los espacios son zonas de la Facultad conocidas por los alumnos, y las armas son relacionados con la titulación (productos químicos, elementos de una planta industrial…).

Para conseguir descifrar el crimen, los alumnos resuelven algunas pistas intuitivas y un total de 5 problemas de diferentes materias de la titulación, tales como: mecánica de fluidos, transmisión de calor, reactores químicos, operaciones de separación, balances de materia y energía, química industrial, etc. Los resultados numéricos de los problemas les proporcionan pistas para conseguir solventar el crimen. El tiempo de realización se situó entre las 2 y 3 horas.

La participación obtenida fue muy alta, superando el 95% de los alumnos matriculados en el cuarto curso, y pasadas dos semanas, se les proporcionó un cuestionario para la evaluación de la actividad. En él se evaluaba el desarrollo del juego, la dificultad de los problemas y se preguntaba a los alumnos si la actividad ayudaba a consolidar los conocimientos obtenidos durante la titulación. En relación con esta última pregunta, más del 85% contestaron afirmativamente, por lo que se cumplieron los objetivos inicialmente planteados.

## Referencias

[1] Monnot M., Laborie S., Hébrard G., Dietrich N. 2020. New approaches to adapt escape game activities to large audience in Chemical Engineering: numeric supports and students' participation. Educ. Chem. Eng. 32, 50-58

# Proyecto integral en Ingeniería Bioquímica: "del laboratorio a la industria"

**Vanessa Ripoll Morales**[1,*]

(*vanessa.ripoll@ufv.es)

[1] Universidad Francisco de Vitoria, Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias Experimentales, Crta. Pozuelo a Majadahonda km. 1.800, Madrid, España

**Palabras clave:** biotecnología industrial; ingeniería bioquímica; bioprocesos.

## Resumen

La aplicación de las herramientas básicas de la Ingeniería Química al estudio de los bioprocesos es fundamental para profundizar en los fenómenos químicos y físicos que tienen lugar y que, determinan en última instancia la viabilidad de su implementación a nivel industrial. Por ello, es fundamental que el plan de estudios del Grado en Biotecnología incluya, no sólo una sólida base de conocimiento en biología y bioquímica, si no también la adquisición de las herramientas básicas de ingeniería, que permitan al egresado su aplicación conjunta para el desarrollo de procesos biotecnológicos industriales [1]. Sin embargo, la fuerte carga técnica de las asignaturas del campo de la Ingeniería Química integradas en los planes de estudio del Grado en Biotecnología, unido al hecho de que muchos alumnos las perciben como poco o nada relacionada con su área de conocimiento, genera grandes dificultades para la adquisición de este tipo de competencias.

Fruto de este contexto, se ha diseñado el proyecto integral "*Del laboratorio a la industria*" en la asignatura Ingeniería Bioquímica, impartida en el Grado en Biotecnología de la Universidad Francisco de Vitoria. A través de este proyecto se pretenden alcanzar los siguientes objetivos: (*i*) mejorar la percepción de los alumnos sobre la importancia de la Ingeniería Química para el desarrollo de procesos biotecnológicos (*ii*) reforzar la percepción de los alumnos sobre la interrelación de los distintos contenidos de la asignatura de Ingeniería Bioquímica y (*iii*) potenciar las habilidades de cálculo de los alumnos del Grado en Biotecnología, necesarias para adquirir algunas de las competencias generales vinculadas al grado.

El proyecto "*Del laboratorio a la industria*", implementado durante el curso académico 21/22, se ha articulado en 4 seminarios de carácter práctico donde se ha abordado el estudio de las etapas básicas para el desarrollo de un bioproceso (estudio cinético de la etapa de transformación, aislamiento y purificación del producto, planteamiento de los balances de materia y dimensionado de los equipos involucrados). Los seminarios se han programado convenientemente a lo largo del cuatrimestre, de manera que estén coordinados con el contenido de las sesiones teóricas de la asignatura, para conseguir una mejor comprensión de la materia. Todas las sesiones del proyecto están interrelacionadas, siendo el hilo conductor de estas el desarrollo de un proceso de producción de la enzima β-galactosidasa y su posterior aplicación industrial. La metodología seguida en cada seminario es la siguiente: en primer lugar se introduce el caso práctico a abordar empleando diferentes recursos audiovisuales y fragmentos de publicaciones científicas a través de la plataforma de gestión del aprendizaje Canvas®. Tras la identificación del problema a resolver, el alumnado debe realizar el cálculo de los parámetros requeridos a partir de los datos disponibles y posteriormente realizar la discusión e interpretación de los mismos en grupos de trabajo diferentes en cada sesión.

Para evaluar el grado de consecución de los objetivos marcados del proyecto, se ha diseñado una encuesta para recoger la opinión del alumnado en este sentido tras cursar la asignatura. Más del 80% de los alumnos que realizaron la encuesta se mostró "de acuerdo" o "muy de acuerdo" con afirmaciones del tipo "el estudio de la Ingeniería Química es un área de gran utilidad en la Biotecnología industrial" y "para el desarrollo de los procesos biotecnológicos industriales es fundamental conocer la cinética de la etapa de transformación". El 65% de los alumnos además se posicionó como "de acuerdo" o "muy de acuerdo" con la idea de que "a través de los seminarios he comprendido mejor la interrelación de los distintos temas de la asignatura". Además, se les preguntó a los alumnos sobre su percepción sobre la utilidad de las actividades realizadas para potenciar algunas competencias básicas, tales como el análisis dimensional de ecuaciones y la capacidad de discutir las tendencias a partir de resultados experimentales, donde más del 75% de los alumnos las valoraron como "muy útil" o "extremadamente útil". Por tanto, se puede concluir que la percepción del alumnado es positiva en relación al proyecto implementado y será necesaria una comparación de la tasa de rendimiento del curso 21/22 y los anteriores para evaluar el posible impacto de la actividad en la integración de los contenidos de la asignatura.

## Referencias

[1] Foley, G. Reflections on interdisciplinarity and teaching chemical engineering on an interdisciplinary degree programme in biotechnology. Educ. Chem. Eng. 2016, 14, 35-42.

# Educando en la multiculturalidad e interdisciplinaridad: Divulgando procesos de biorrefineria en cooperación internacional

**Javier Remón**[*1,2], Glenn A. Hurst[3], Jesús Arauzo[1]

([*]jrn@unizar.es / jremon@icb.csic.es)

[1] Universidad de Zaragoza, Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Campus Rio Ebro, C/María de Luna 3, 50018, Zaragoza, España

[2] Instituto de Carboquímica (ICB), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C/Miguel Luesma Castán 4, 50018, Zaragoza, España

[3] Green Chemistry Centre of Excellence (GCCE), University of York, Department of Chemistry, Heslington, York YO10 5DD, United Kingdom

**Palabras clave:** biorrefineria, cooperación, multiculturalidad, interdisciplinaridad, redes sociales

## Resumen

Esta actividad pedagógica ha puesto en contacto a estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza (España) con estudiantes de Química de la Universidad de York (Reino Unido), durante los cursos académicos 2019-20 y 2021-22. Durante este último curso también participaron estudiantes de intercambio (ERASMUS) de Universidades portuguesas que se encontraban cursando sus estudios en la Universidad de Zaragoza. En ambos cursos, los estudiantes trabajaron en parejas internacionales (un estudiante de cada universidad, con las siguientes combinaciones de nacionalidad: España-Reino Unido, España-Portugal y Portugal-Reino Unido) para abordar el desarrollo y diseño conjunto de material ilustrativo sobre diferentes procesos de biorrefinería.

Durante seis semanas, los estudiantes intercambiaron correos electrónicos, organizaron y mantuvieron reuniones virtuales y publicaron sus avances y trabajos en redes sociales. Durante el curso 2019-20, los estudiantes crearon posters y dieron difusión a sus proyectos en Twitter. En el curso 2021-22, una nueva promoción de estudiantes trabajó en el desarrollo de videos educativos en diversas lenguas (Español, Inglés y Portugués), utilizando Tik-Tok y You-tube para dar visibilidad al material didáctico creado. Todas estas actividades permitieron a los estudiantes abordar sistemas dinámicos y considerar conceptos interdisciplinares debido a que las estrategias en biorrefinería son muy transversales y se prestan a múltiples interacciones. Este enfoque de pensamiento sistémico ha permitido una transición desde una comprensión reduccionista de conceptos de Química y/o Ingeniería Química, a una comprensión holística de conceptos interdisciplinares de biorrefinería. Asimismo, trabajar en parejas internacionales aumentó la percepción de los estudiantes sobre la existencia de diferencias socioculturales intrínsecas entre ellos, en gran parte relacionadas con el idioma y la cultura. Esta experiencia también les permitió ser conscientes de que el trabajo colaborativo no se desarrolla de igual modo en todo el mundo, hecho que se evidenció claramente en división del trabajo y la organización de las reuniones virtuales.

Con respecto a los objetivos del aprendizaje, el material elaborado en forma de posters fue altamente innovador y llamativo. Así mismo, los videos realizados fueron didácticos, visuales e inclusivos, incluyendo audios y subtítulos en varios idiomas. Las encuestas anónimas realizadas indicaron que la integración adoptada (Ingeniería Química/Química) en esta actividad pedagógica ayudó a los estudiantes a ser conscientes de cómo se puede resolver un problema desde perspectivas diferentes, pero complementarias. Todos los participantes fueron muy receptivos a trabajar con estudiantes de una institución extranjera y encontraron esta experiencia altamente novedosa y estimulante. Esta situación promovió el aprendizaje entre pares y permitió, no sólo aumentar la motivación de los estudiantes, sino también incrementar su percepción sobre la importancia y necesidad de entrenar habilidades transversales durante su formación. Esta excelente acogida, junto con el carácter innovador e incluyente de esta experiencia, sugieren su posible aplicación y extrapolación a diversos entornos educativos. De esta forma, la inclusión de este tipo de actividades en los currículos universitarios podría contribuir en el corto y medio plazo a lograr una educación que potencie las habilidades socioculturales y cooperativas de los futuros egresados.

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Política Académica de la Universidad de Zaragoza la financiación recibida: Proyectos PIIDUZ_19_256 y PIDDUZ_21_353. Javier Remón Agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades las Ayudas Juan de la Cierva (FJCI-2016-30847 y IJC2018-037110-I) concedidas.

# Diseño de industrias alimentarias como vehículo de aprendizaje para la asignatura de Proyectos

**Eduardo Espinosa**[1*], Zoilo González[1], Inés María Santos[1], Alejandro Rodríguez[1]

([*]eduardo.espinosa@uco.es)

[1] Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Instituto Universitario de Nanoquímica (IUNAN), Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Ctra. N-IV, km 396, Edificio Marie Curie (C-3), 14014 Córdoba, España

**Palabras clave:** proyectos, documentos, presupuesto, planos, alternativas.

## Resumen

Son muchos los grados (Ingeniería Química, Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería Agraria, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Ciencias Ambientales, Farmacia, Biotecnología, Bioquímica, etc.) que han incorporado en su plan de estudios asignaturas que, con diferente nomenclatura, distribución temporal y duración, acercan al estudiante conceptos relacionados con la elaboración y redacción de un Proyecto. Conocer qué es un Proyecto, qué documentos lo conforma, cómo se elabora y qué agentes intervienen son los elementos básicos sobre los que pivota esta asignatura.

Es indudable que impartir este tipo de docencia supone un reto para el profesorado, por cuanto al alumno se le antoja una asignatura alejada de su día a día, árida en contenidos y farragosa de estudiar. Así, el objetivo principal a alcanzar en esta asignatura ha de ser, no solo dar a conocer al estudiante el concepto de Proyecto, desglosando y explicando cada una de las partes que lo forman, si no conseguir que este interiorice casi sin darse cuenta estos conceptos, de manera que perduren en el tiempo en su mente. En los grados arriba mencionados, el trabajo en una oficina de proyectos es, sin duda, un nicho importante de oportunidades laborales.

En concreto, en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba se imparte, en el grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos la asignatura Diseño de Plantas de Procesos Alimentarios, de 4º curso. Dada la peculiaridad del tejido empresarial andaluz, con gran cantidad de PyMEs agroalimentarias, es importante que estos alumnos adquieran las suficientes destrezas en cuanto a elaboración y redacción de un proyecto se refiere. Para ello, se plantea un trabajo a realizar por parejas sobre un proyecto de *Implantación de una fábrica de leche sin lactosa*. Este proyecto vertebra el transcurso de la asignatura en las sesiones de grupos medianos. Dado la complejidad del tema y la disposición horario de la asignatura, al alumno se le pide que elabore un Documento 0. Se articulan sesiones prácticas en donde, además de explicar conceptos teóricos, se le enseña al alumno el manejo de distintas herramientas informáticas que facilitan la confección de las distintas tareas.

Se empieza planteando la idea general del proyecto, como si una central lechera quisiera plantear la construcción de una fábrica de leche sin lactosa. Se pueden poner una serie de condicionantes previos de los promotores, que definen y delimitan las acciones posteriores de los alumnos; concretar o no la ubicación, fijar si será leche desnatada, semi y entera o solo un tipo, el tipo de procedimiento para eliminar la lactosa, etc. A partir de este punto, los alumnos deberán trabajar en i) la elaboración de alternativas, ayudándose de la información disponible en internet, ii) Programación utilizando Microsoft Project como herramienta, iii) Elaboración del presupuesto empleando el programa Presto y Excel como herramienta, iv) Selección de ubicación de planta industrial y distribución de equipos de proceso y edificios auxiliares apoyándose en metodología SLP para distribución de equipos de proceso y edificios, y finalmente v) Empleo de Autocad para la elaboración de planos de la ubicación y distribución de los equipos realizada anteriormente.

# Integración del proyecto de diseño de un proceso químico en el primer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid

**J. García**[*], M. Oliet, P. Yustos, J.C. Domínguez, J.M. Toledo, M.I. Guijarro, M.V. Alonso, R. Miranda, V. Rigual, M. Ayuso, N. García, A. Ovejero, C.E. Hopson

([*]jgarcia@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España

**Palabras clave:** proyecto; diseño; proceso; balances de materia; MS Excel

## Resumen

El objetivo de esta comunicación es describir la metodología seguida para la integración de un proyecto de diseño de un proceso químico en las asignaturas de Fundamentos de la Ingeniería Química e Informática Aplicada del primer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

El propósito último sería tratar de desarrollar lo antes posible en los estudiantes sus capacidades de análisis, síntesis y evaluación de procesos químicos. Para ello, se propone que los estudiantes inicien en el primer curso del Grado un proyecto de diseño de un proceso químico que los ha de acompañar durante todo el Plan de Estudios. Esta metodología docente para la integración del diseño de procesos químicos en el currículum se viene aplicando, con muy buenos resultados, en el Grado de Ingeniería Química de la Universidad de West Virginia desde hace varias décadas [1]. En base a su experiencia y al empleo de proyectos de acceso libre, se llevará a cabo la integración de un proyecto de diseño de un proceso químico en nuestro Plan de Estudios [2].

Durante el curso 2021-22, los estudiantes del primer curso del Grado en Ingeniería Química de la UCM están realizando el proyecto de diseño de un proceso de obtención de formaldehído, el cual se ha centrado en desarrollar el diagrama de bloques del proceso, llevar a cabo los balances de materia asociados al proceso, con MS Excel [3], y aplicar un sencillo criterio económico basado en la estimación del beneficio bruto del proceso, que permita seleccionar los valores óptimos de conversión, eficacia de separación y relación de recirculación a purga del proceso. La realización de estas actividades se ha integrado en la docencia de las asignaturas de Fundamentos de la Ingeniería Química e Informática Aplicada, teniendo como objetivos educativos no solo que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en dichas asignaturas a la resolución de los balances de materia sino también el de que conozcan, comprendan y analicen el proceso de obtención de formaldehído (Tabla 1).

**Tabla 1.** Objetivos educativos y resultados de las actividades docentes.

| Objetivos | Actividades | Resultados |
|---|---|---|
| Conocer | Buscar información del proceso | Descripción del proceso químico |
| Comprender | Entender e interpretar el proceso | Diagrama de bloques del proceso |
| Aplicar | Realizar los balances de materia del proceso con MS Excel | Tablas de balances de materia |
| Analizar | Examinar el beneficio bruto del proceso en función de sus condiciones de operación | Figuras de beneficios brutos frente a condiciones de operación |

Los autores desean agradecer al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del proyecto Innova-Docencia nº 48 (2021-2022).

## Referencias

[1] Bailei R. C.; Shaeiwitz, J. A.; Whiting W. B. An integrated Design Sequence: Sophomore and Junior Years. Chem. Eng. Edu. 1994, 28, 52-57.

[2] West Virginia University. Chemical and Biomedical Engineering Department. Companion Projects for Curriculum. https://cbe.statler.wvu.edu/undergraduate/projects

[3] Knopf, F. C. Chapter 3. Computer-Aided Solutions of Process Material Balances: The Sequential Modular Solution Approach. Modeling in Analysis and Optimization of Process and Energy Systems, First Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2012.

# Gestión eficaz de grupos de trabajo mediante roles de comportamiento de los estudiantes

Miguel Martín-Sómer, **Gema Gómez-Pozuelo***, Alicia García, María Linares, Ines Moreno, Arturo Vizcaíno, Gisela Orcajo, Isabel Pariente

(*gema.gomez@urjc.es)

Universidad Rey Juan Carlos, Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnologías, C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles (Madrid), España

**Palabras clave:** trabajo en equipo, gestión de grupos; roles

## Resumen

El trabajo en equipo es una competencia de gran relevancia para los graduados en ingeniería debido a que su futura labor profesional se desarrollará fundamentalmente dentro de equipos multidisciplinares. Dicha competencia se trabaja en muchas de las asignaturas de los grados de la URJC. No obstante, formar grupos e instar a los estudiantes a desarrollar una tarea de manera colaborativa, no implica que los estudiantes la desarrollen de manera eficaz, ni que logren adquirir los conocimientos y las destrezas que el docente espera, es decir, no existen garantías de alcanzar un aprendizaje colaborativo exitoso, ni de que el grupo trabaje de manera coordinada y eficiente. En esta línea, existen procedimientos tradicionales para generar grupos de trabajo como, por ejemplo, basados en aspectos ajenos a sus capacidades (orden alfabético) o teniendo en cuenta sus calificaciones previas. Sin embargo, el comportamiento de los estudiantes que integran estos pequeños grupos colaborativos, junto con los roles que los integrantes sean capaces de desempeñar, resultan decisivos para el éxito o fracaso de los resultados de aprendizaje de la actividad en la que participan. Por ello, resulta atractivo el desarrollo e implementación de una metodología para la generación de grupos de trabajo en los que los estudiantes desarrollen roles en los que exploten sus capacidades en beneficio del grupo.

En base a lo anterior, en el presente estudio se ha llevado a cabo la creación de grupos de trabajo basados en roles de comportamiento. Para ello, se han seleccionado asignaturas de distintos cursos en las que se realizan trabajos grupales de diferente naturaleza como pueden ser la elaboración de guiones de prácticas, la realización y exposición de trabajos monográficos, proyectos, problemas o casos prácticos. Algunas de estas asignaturas son de último curso de grado, donde se requiere la realización de un gran número de actividades grupales, por lo que su realización de forma óptima y eficiente es de gran importancia. Los resultados obtenidos serán comparados con los de actividades en las que no se aplique esta metodología para, de esta forma, estimar su potencial y eficacia.

Para la creación de grupos basados en roles de comportamiento los alumnos tienen que realizar un cuestionario de 40 preguntas con escala de Likert marcando con una x si están "en desacuerdo", "ni en acuerdo ni desacuerdo" o "de acuerdo". Dichas preguntas están orientadas a incluir a los alumnos en alguno de los siguientes roles: líder, colaborador, creativo o reflexivo. Una vez completado el test, el alumno conoce el resultado obtenido, la definición de cada rol y valora si el rol que el cuestionario ha sugerido se ajusta a su personalidad. Posteriormente, el docente de la asignatura supervisa la generación de los grupos de tal manera que éstos contengan al menos un rol de cada tipo para que el desarrollo de las actividades propuestas se realice de la forma más eficaz. Finalmente, los estudiantes son encuestados para obtener su valoración sobre la gestión de grupos por asignación de roles.

Los resultados obtenidos indican que más del 90 % de los estudiantes están de acuerdo con el rol asignado por el cuestionario. El rol que mayor porcentaje presentan los alumnos es el de líder y a este grupo pertenecen los estudiantes con las mejores notas académicas de forma individual (media superior a 7,5). Las calificaciones de las actividades formativas llevadas a cabo por los grupos asignados por roles son mejores que las realizadas con grupos formados por orden alfabético, y también superiores cuando se comparan con la misma actividad, pero realizada en cursos anteriores, cuya distribución de equipos no fue por roles. Por tanto, se confirma que la formación de grupos de trabajo por roles de comportamiento mejora los resultados académicos de los estudiantes y facilita el trabajo entre los integrantes del grupo, lo cual puede ser atribuido a que la presencia de roles con diferentes aptitudes permite la contribución de cada alumno al equipo de trabajo de forma óptima y eficaz. Además, otro resultado positivo se observa en la valoración global proporcionada por los estudiantes sobre la formación de grupos por roles de comportamiento.

## Referencias

[1] Kyprianidou, M; Demetriadis, S; Tsiatsos, T; Pombortsis, A.; Garrone, E.; Ugliengo, P. Group formation based on learning styles: can it improve students' teamwork?, Education Tech Research Dev. 2012, 60, 83-110.

Área temática: T1. Nuevas metodologías docentes

# La gamificación en la enseñanza de ingeniería química: aplicación a la asignatura de control de procesos

**Manuel Rodríguez** [*], Emilio J. González, María González-Miquel, Ismael Díaz Moreno

([*]manuel.rodriguezh@upm.es)

[1] Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, ETS de Ingenieros Industriales, José Gutierrez Abascal 2, Madrid 28006, España

**Palabras clave:** Gamificación; aprendizaje activo; motivación.

## Resumen

En el siglo XXI nos encontramos con un alumnado al que le cuesta más mantener la atención, está acostumbrado a tener múltiples estímulos y a obtener respuestas y resultados de forma inmediata. Los estudiantes están inmersos en una sociedad digital con un acceso a la información prácticamente ilimitada. Este perfil hace que sea importante conseguir involucrar a los alumnos en el aprendizaje para obtener buenos resultados. Esta necesidad de promover el interés en los estudiantes no es nueva, ya en 1913 John Dewey, profesor en la universidad de Columbia, escribió el tratado: "*Interest and effort in education*". Hoy día, sigue siendo la importancia del interés (la motivación) en la educación un tema de investigación activo, con múltiples publicaciones. Por lo tanto, la motivación aparece con un factor clave para mejorar los resultados de los alumnos, lo ideal sería conseguir que los alumnos tuvieran una motivación intrínseca, la cual se les supone dado que han elegido de forma voluntaria sus estudios, sin embargo, es más frecuente encontrarnos con la motivación extrínseca (como puede ser el estudiar para aprobar). Con el fin de aumentar esta motivación extrínseca e incluso convertirla en motivación intrínseca, se pueden emplear nuevas y diferentes metodologías docentes dentro del marco de aprendizaje que definimos como aprendizaje activo motivacional. El cual ha sido descrito en trabajos anteriores [1].

En este trabajo, nos centramos en el uso de la gamificación en la asignatura de control de procesos. Se han desarrollado 5 actividades de gamificación que se ilustran en la figura 1. Varias están basadas en juegos de mesa como el Triviachis y el Trivioca (mezcla de Trivia y Parchis y juego de la Oca respectivamente), otra es de estrategia como Juego de tronos, otra es "encuentra los errores" en grupo y finalmente una de adivinar la frase. La mayoría comparten que tienen una batería de preguntas multirespuesta que les permite avanzar en el juego. Algunas actividades fomentan la creatividad, como Juego de tronos donde, inicialmente, tienen que inventar ellos las preguntas con las que van a competir con otros compañeros. La actividad de encontrar los errores fomenta el trabajo en equipo y la "inteligencia colectiva".

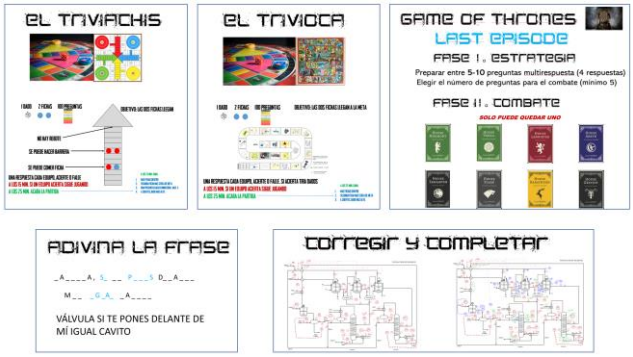



**Figura 1.** Actividades de gamificación en la asignatura de control de procesos

El uso de preguntas asociado a actividades lúdicas provoca en los estudiantes un interés (ganar el juego). Al ir avanzando sobre las mismas se consigue que aumente el aprendizaje, dado que cuando fallan las preguntas van memorizando la respuesta correcta (son preguntas que pueden aparecer en posteriores partidas). Estas actividades (junto con otras de innovación docente) se llevan aplicando durante los últimos 5 años, obteniéndose un alto grado de satisfacción por parte del alumnado y una mejora en el rendimiento académico.

## Referencias

[1] M. Rodríguez, I. Díaz, E.J. González, M. González-Miquel (2018). "Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control". Education for Chemical Engineers 24, pp 7-12.

# Case-based learning in "Particle Technology"

**Eduardo Díez**[1,*], Araceli Rodríguez[1], Adrián Gómez[1], José Luis Leal[1], Andrea Moreno[1]

([*]ediezalc@ucm.es)

[1]Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avenida Complutense s/n, 28040 Madrid, España

**Palabras clave:** Z generation, mentoring; practical case; powder technology

## Resumen

Following the previous works developed by the authors in "Particle Technology" subject [1, 2], the aim of this communications is to briefly describe the methodology we have employed during the academic course 2021/2022, to motivate and catch the attention of the students (Gen Z), and to analyze if this adaptation of our teaching style has developed in a better implementation of our performance. The methodology has been developed in the framework of a Teaching Innovation Project, whose purpose was to make "Powder Technology" more appealing as a subject to this new generation of students by emphasizing the flipped learning and collaborative approaches. Both approaches are important as these students are more prone to a certain issue if they are given certain autonomy to decide their learning style [3].

Traditionally, the laboratory sessions of the subject took place in two sessions, once all the syllabus has been covered. However, despite of it, the students', traditionally did not pay enough attention probably due the lab sessions were placed at the end of the semester. Therefore, to overcome this drawback we decided to pose a case-base alternative so that the students were developing the experimental work in four short sessions distributed along the semester all related to one another, so that the output of the first session was the input of the second one and subsequently, using a common conductive challenge. Additionally, we counted with the participation of three former students who acted as mentors, with the aim of making the subject more attractive to students due to closeness of the previous students. Finally, to emphasize the importance of the experimental data, a former student and now worker of a company related to the development of milling additives, gave a lecture to make the students aware of the importance of these additives in a milling process (such as the one they perform in the laboratory).

The employed conductive challenge was "Preparing and conditioning the size particle and moisture content of brown sugar for its further employment", and the four laboratory steps were:

1) To further condition the powdered solid, it is necessary to determine its primary and secondary properties: density, bulk density, porosity, particle size distribution.
2) It is necessary to prepare a mixture with the adequate proportions of the different sizes. It is also compulsory to check the quality of the mixture by taking different samples and determining their particle size distribution.
3) To further employ the fraction with the highest size in the previous mixture it is necessary to carry out a milling procedure in a ball mill and determine the particle size distribution of the product after the size reduction.
4) Finally, to check the possibility of employing a fluidized bed dryer, it is necessary to carry out a fluidization experiment of the previously solid mixture with air.

Flipped learning approach was employed during the experimental working. During the sessions, the students were informed about the experimental setup, but they were the ones who had to decide how to obtain the experimental data. The collaborative learning approach was considered by diving the students in three-person groups to complete the challenge. According to previous courses taken by the authors [2], 3 is the optimal number to ensure that the participation of all the member of the group is necessary to complete the task. The assessment of the methodology was carried out by means of a survey conducted among the students. The main conclusion of the survey is that the students perceive that the degree of learning they have achieved is clearly higher that the one they would have acquired following a traditional methodology.

## Referencias

[1] Rodríguez, A.; Díez, E.; Díaz, I.; Gómez, J.M. Catching the attention of Z generation Chemical Engineering students for Particle Technology. J. Form. Des. Learn. 2019, 3, 146-157.

[2] Rodríguez, A.; Díez, E.; Díaz, I.; Gómez, J.M. Analysis of the methodology employed with Z- gen students in Particle Technology. Proceedings of the V Conference of Teaching Innovation in Chemical Engineering, Santiago, Spain, Jan 22-24, 2020; Moreira, M.T., Soto, A., Eds.; USC: Santiago, 2020.

[3] Rothman, D. A Tsunami of Learners Called Generation Z. Maryl. Public Saf. Online J. 2014, 1, 1-5.

# Dynamic behavior, empiric modelling and tuning of PID controllers through Research-Based Learning applied to level, temperature, and flow control

**David Donaire Matesanz**, David García Casillas, María José Martín de Vidales Calvo, José Antonio Díaz López, Antonio Nieto-Márquez Ballesteros, Evangelina Atanes-Sánchez*

(*evangelina.atanes@upm.es)

Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y de Diseño Industrial, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. Ronda de Valencia, 3. 28012 Madrid, España

**Keywords:** Research-based learning, chemical process control, dynamic behavior, PID controller tuning.

## Abstract

Research-Based Learning (RBL) intends to bring research closer to the teaching-learning process, promoting the processes of reflection, inquiry, data analysis, capacity for self-criticism and knowledge generation. In this work Teaching Based on Guided Research [1] is used as an active methodology in the subject of Chemical Process Control in the Chemical Engineering Degree to engage students in a research project conducted through a scientific research approach [2].

Experimental temperature, level, and flow LD Didactic control panels (Prodel) are used as representative of the common process variables whose control is usually covered in process control undergraduate courses.

The panels integrate all elements of a feedback control loop: sensor-transmitter, PID controller and actuator. The signal, in volts, flowing trough the control loop in the panel is send to a computer, previous analog to digital conversion (or from the computer to the panel, previous digital to analog conversion) using a PCI data acquisition card. The GeniDAQ software (Advatech Co., Ltd.), with visual programming language, coupled with Excel, allows to monitor, register, analyze and fit to empirical dynamic models the signals from the panel (Fig. 1). The conexion and programming of data adquisition between the panel and the computer is built by the student, working at the same time with the complementary area of signal transmission.

The student is guided to investigate the effect of each variable on the corresponding controlled process variable (temperature, level or flow), and to analyze the dynamic behavior in open loop. The mathematical dynamic modelling is applied to the experimental data from the panel allowing the student to understand key concepts of process control (such as gain, time constant, dead time, first and second order behavior, linearity and stability). The parameters from the empirical models are used to calculate the optimal PID control tuning parameters. These parameters are implemented in the panel and the student compares the different tuning methods such as Ziegler Nichols, CHR (Chien, Hrones and Reswick) or IAE (Integral Absolute Error), taking a decision based on the real behavior of the controlled panel and thus improving his/her knowledge and skills in chemical control process.

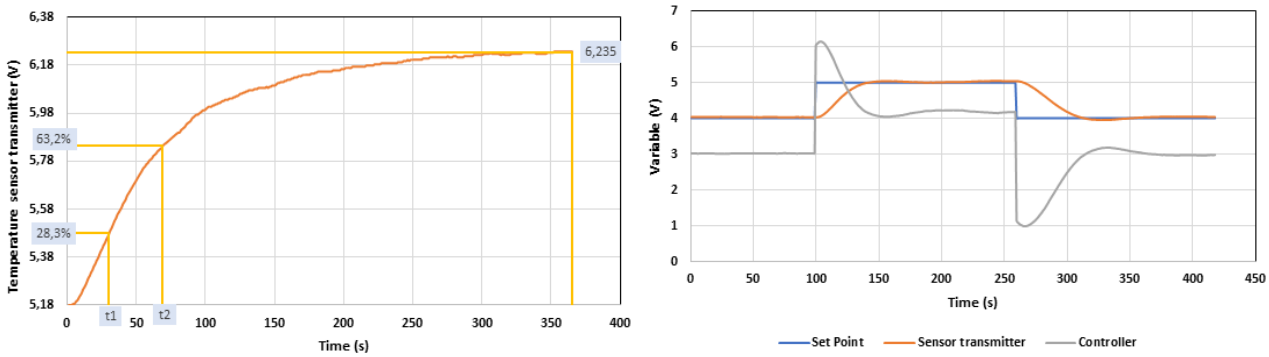



**Figure 1.** Dynamic behavior of temperature panel: open loop (left) and closed loop using IAE method (right).

## References

[1] Griffiths, R. Knowledge production and the research-teaching nexus: the case of the built environment disciplines. Studies in Higher Education 2004, 29(6) 709–726.

[2] Educational Innovation Project IE22.5602: La investigación como motor de aprendizaje de Control de Procesos para estudiantes de Grado en Ingeniería Química. Funded by Universidad Politécnica de Madrid. January 2022.

# Mejora de las habilidades de comunicación de los estudiantes del Máster de Ingeniería Química

**A.R. de la Osa***, F. Dorado, J. Lobato, A.M. Borreguero, J. Villaseñor, I. Gracia, A. Pérez, A. de Lucas-Consuegra, P. Cañizares, C.M. Fernández-Marchante, J.F. Rodríguez, M.L. Sánchez-Silva, P. Sánchez

(*AnaRaquel.Osa@uclm.es)

Universidad de Castilla-La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Avda. Camilo José Cela 12 13071, Ciudad Real, España

**Palabras clave:** Comunicación; Competencias Transversales; Ingeniería Química.

## Resumen

Como consecuencia de la globalización y los avances tecnológicos, el entorno VUCA (volátil, incierto, complejo y ambiguo) es una realidad en el ámbito laboral. Ante tal panorama, ser un profesional adaptable, dispuesto a aceptar retos y cambios, parece ser la clave del éxito en las profesiones del futuro. Por ello, es habitual la demanda por parte de las empresas de profesionales con dominio de las habilidades blandas, también conocidas como competencias transversales, que son aquellas que una persona desarrolla con independencia del ámbito profesional y que pueden ser, por tanto, el rasgo diferenciador por el que un egresado consiga llamar la atención en un proceso de selección. Entre ellas, las habilidades comunicativas son cruciales para el ejercicio profesional y por ello, además de la capacidad de transmitir conocimientos y de expresar ideas de forma clara y convincente, cada vez es más habitual que las empresas exijan también una buena comunicación no verbal. En definitiva, es indispensable comunicar eficazmente, utilizando los recursos disponibles de forma adecuada, adaptados a las características de la situación y de la audiencia. A pesar de que, una correcta comunicación, está incluida entre las competencias transversales de un buen número de asignaturas, no es muy común dedicar recursos para trabajarlas específicamente. Por ello, se ha considerado de interés renovar las metodologías docentes activas con el objetivo de mejorar las competencias comunicativas de los alumnos del Máster de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), lo que permitirá una mejor integración en el mercado laboral. Para ello, y guiados por el profesorado, se están implementando en diferentes asignaturas y de forma coordinada, actividades específicas como la creación de *podcasts* [1], presentaciones *flash*-póster [2], *Elevator Pitch* [3], la ventana de Johari [4] o la participación en una liga de debate. El desarrollo de estas herramientas dinámicas ofrece un papel activo al alumnado y contribuye a mejorar diferentes aspectos de la comunicación (escrita, gráfica, verbal y no verbal) además de fomentar el trabajo autónomo y cooperativo, la capacidad de síntesis, el pensamiento crítico y el desarrollo de contenidos creativos de divulgación y de enseñanza-aprendizaje que pueden ser utilizados en sucesivos cursos académicos como banco de recursos por el profesor. Por último, cabe destacar que la propuesta puede extenderse a un gran número de titulaciones de la UCLM, representando una nueva metodología docente acorde con el Espacio Europeo de Educación Superior que permita la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Se agradece el apoyo de la Universidad de Castilla-La Mancha a través del proyecto de Innovación y Mejora Docente "Mejora de las competencias de comunicación para estudiantes de Máster". De la misma forma agradecer a los alumnos y profesores implicados en este trabajo, que han permitido que se lleve a cabo con resultados satisfactorios.

## Referencias

[1] Ramos, A.M; Caurcel, M.J. Los podcast como herramienta de enseñanza-aprendizaje en la universidad. Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado, vol. 15, pp 151-162, Nº 1, 2011.

[2] Canales, T; Schmal, R. Trabajando con Pósteres: una Herramienta para el Desarrollo de Habilidades de Comunicación en la Educación de Pregrado. Formación Universitaria, vol. 6, pp 41-52, 2013.

[3] Romero, E; Artal, J; Artacho, J; Aranda, J.G. Aprendizaje invertido con Elevator Pitch y Pecha Kucha. Proceedings V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC), 2017.

[4]Singh, V. The Johari Window Model and Self-Development. Professional Leadership Institute. https://professionalleadershipinstitute.com/resources/the-johari-window-model-and-self-development/?msclkid=7e6891e3cef311ec9ca2f0374921f3b0

# Cómo usar un acuario marino como ecosistema modelo para el aprendizaje activo de la Química aplicada al Medioambiente.

**César Quijada**[1,*], Salvador C. Cardona[2], María Fernanda López-Pérez[2], Rosa F. Vercher[1]

([*]cquijada@txp.upv.es)

[1] Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Escuela Politècnica Superior d'Alcoi, Plaza Ferrándiz-Carbonell s/n, Alcoy, España

[2] Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Politècnica Superior d'Alcoi, Plaza Ferrándiz-Carbonell s/n, Alcoy, España

**Palabras clave:** ABP, Aprendizaje práctico, Trabajo colaborativo, Docencia inversa.

## Resumen

Un acuario es un ecosistema vivo y dinámico, controlable y económico, que reproduce el comportamiento de un medio acuático natural. Por ello es un sistema modelo ideal para abordar problemas medioambientales del mundo real, así como otros relacionados con la práctica profesional del Ingeniero Químico [1,2]. En el presente curso 2021-22 se ha iniciado un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), que propone la implantación de metodologías activas de aprendizaje basadas en un acuario marino, para promover el aprendizaje profundo de conceptos, el desarrollo integrado de competencias, el trabajo colaborativo y la motivación del alumnado, además de fortalecer la coordinación entre asignaturas del grado en Ingeniería Química.

En esta comunicación se describe el planteamiento y desarrollo de una actividad de Aprendizaje Basado en Proyecto, que comprende la indagación autónoma, el diseño de experimentos y el trabajo práctico en el acuario, con el apoyo de sesiones de docencia inversa para la asimilación de conceptos básicos. Esta actividad se realizó en la asignatura Química medioambiental (16 alumnos/as, semestre 4B) impartida en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (Universidad Politécnica de Valencia).

**Tabla 1.** Planteamiento y desarrollo de la actividad

| | |
|---|---|
| **Título:** | Las bases químicas de los ciclos naturales en el medio marino |
| **Objetivo:** | Establecer las relaciones entre los cambios químicos y los procesos biológicos y medioambientales en un ecosistema acuático. |
| **Duración:** | 10 h presenciales + 15 h no presenciales. |
| **Organización:** | La clase se distribuye en 4 equipos de trabajo, cada uno especializado en el seguimiento de un ciclo natural determinado o de la estabilidad general del acuario. Los resultados se registran en una hoja de cálculo compartida en un equipo de Teams. |
| **Desarrollo:** | Se evalúan las tendencias de los cambios químicos producidos durante el ciclado inicial (arranque) del acuario. Previamente, los estudiantes indagan sobre los procedimientos más adecuados de toma de muestra y análisis. Se intercalan sesiones de docencia inversa para introducir conceptos fundamentales. |
| **Tareas:** | 1. Investigación bibliográfica guiada y autónoma. 2. Descripción de la instalación y sus especificaciones técnicas. 3. Diseño de protocolos de toma de muestras y uso de hoja de cálculo compartida para el registro de datos. 4. Toma de muestras y análisis fisicoquímico. |
| **Evaluación:** | Colectiva: Redacción de informe de resultados y exposición oral. Individual: Examen tipo test |

El impacto en la mejora del aprendizaje se evaluó comparando las respuestas a preguntas tipo test contestadas antes y después de la actividad y las respondidas en cursos anteriores. La auto percepción en la mejora del aprendizaje y desarrollo de competencias, la motivación y el grado de satisfacción general se examinaron a partir de encuestas anónimas. La competencia de trabajo colaborativo se analizó a través de encuestas de auto y co-evaluación.

## Referencias

[1] Hughes, K.D. Marine microcosm. Using an aquarium to teach undergraduate Analytical Chemistry. Anal Chem. 1993, 65, 883A-889A.

[2] Keaffaber, J.J.; Palma, R.; Williams, K.R. The role of water chemistry in marine aquarium design: a model system for a General Chemistry class. J. Chem. Edu. 2008, 85, 225-230.

Los autores agradecen a la Universitat Politècnica de València. Convocatoria A+D. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa la concesión del proyecto PIME/21-22/274.

# Metodología de aprendizaje integral en el área del refino de petróleo y petroquímica

**Pedro Haro**[*], Fernando Vega

Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los Descubrimientos s/n, Sevilla, España.

([*]pedrogh@us.es)

**Palabras clave:** aprendizaje basado en proyectos; trabajos en grupo; simulación de procesos; petroquímica; refino.

## Resumen

El refino de petróleo y petroquímica es una las ramas de mayor relevancia en la Ingeniería Química, por lo que ha tenido una amplia tradición en la formación de los ingenieros químicos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Sevilla (US). Dado el carácter altamente tecnológico y específico del área, las asignaturas dedicadas a esta formación se ubican en los cursos superiores de la trayectoria curricular de los egresados.

Tras la implantación del plan de estudios de Ingeniería Química en grado y máster, la asignatura pasó de ser una asignatura obligatoria a optativa, ubicada en el primer curso del Máster de Ingeniería Química (con oferta para otras titulaciones de máster dentro de la ETSI). La adaptación de la metodología docente aplicada tradicionalmente, basada en clases magistrales y posterior examen de evaluación, al nuevo marco formativo promovido por el plan Bolonia ha supuesto un reto para los docentes responsables de la asignatura.

La nueva metodología docente desarrollada específicamente para esta asignatura se compone de dos bloques principales: un bloque (bloque I) dedicado a herramientas y recursos de aplicación y otro bloque (bloque II) dedicado a la aplicación de los mismos para desarrollo de un proyecto de curso. Las sesiones de cada bloque se intercalan a lo largo del curso. En el caso del bloque I, las sesiones se componen de dos tipologías: unas dedicadas al desarrollo teórico de los aspectos tecnológicos más relevantes de las principales unidades de proceso que intervienen en el refino y la petroquímica y otras dedicadas a la simulación mediante software específico de algunas de esas unidades. Estas sesiones dan soporte al bloque II, núcleo en el que gira el aprendizaje de alumnado. Las sesiones dedicadas al bloque II versan sobre el desarrollo de un caso práctico en el que los alumnos se enfrentan a un nuevo diseño o revamping de una refinería, bajo prospectivas ambientales, económicas y políticas, no solo en base a directrices tecnológicas. Este enfoque docente permite a los alumnos adquirir un conocimiento y visión más global del sector petroquímico, considerando las implicaciones que el mismo tiene sobre el desarrollo, la sociedad y el medio ambiente, sin dejar de lado los descriptores técnicos que sustentan al sector.

Los resultados de la asignatura son muy satisfactorios desde el punto de vista académico (adquisición de las competencias) como de percepción del estudiantado (encuestas de satisfacción y valoración de la utilidad de los contenidos y técnicas desarrolladas). Adicionalmente, existe una alta empleabilidad en el sector específico del refino de petróleo de los estudiantes egresados, lo que demuestra una percepción positiva de los empleadores de la asignatura.

En esta comunicación se detallarán los aspectos prácticos de la implantación de la asignatura, los principales obstáculos y cómo podría extenderse esta metodología a otras asignaturas del ámbito de la Ingeniería Química.

# Collaborative *on line* international (COIL) project in the Degree in Chemical Engineering at the University of Cantabria

**Maria Margallo**[1*], Eugenio Bringas[1], Jonathan Albo[1], Dorith Tavor[2], Magdalena Regel-Rosocka[3], Nalan Kabay[4], Raquel Ibáñez[1]

([*]margallom@unican.es)

[1]Universidad de Cantabria, Dept. Chemical and Biomolecular Engineering, ETSIIyT, Avda. de los Castros s/n, 39005 Santander, España

[2] Sami Shamoon College of Engineering, Chemical Engineering Department, Beer-Sheva, Israel

[3]Poznan University of Technology, Faculty of Chemical Technology,60-965, Poznan, Poland

[4] Ege University, Chemical Engineering Department, Izmir, Turkey

**Keywords:** Collaborative Online Internation Learning; internationalization; virtual teaching

Spanish universities have experienced a shift towards the virtualization of teaching, undoubtedly driven by the limitations imposed by the COVID-19 pandemic. This has had an intense effect on the internationalization of teaching programs, which have seen their activities slow down during this period. Therefore, without renouncing the benefits of face-to-face teaching, the development of on-line tools and methodologies has favored new internationalization actions and educational coordination between institutions. In the year 2021, the Project *"Virtualization of teaching as a tool for internationalization and its implementation in the European Project Semester program"* was launched within the Degree in Chemical Engineering (DCE) of the University of Cantabria (UC), financed by the *"VIII Call for Internationalization Actions"*. This initiative has allowed the participation of 11 professors and 63 students from UC and 3 universities: i) Ege University (EU) in Turkey, ii) Poznan University of Technology (PUT) in Poland and, iii) Sami Shamoon College of Engineering (SSCE) in Israel (Figure 1) in a ***Collaborative Online International Learning (COIL)*** that has brought together, virtually, students from Spain, Turkey, Israel and Poland through activities guided by the professors participating in the COIL.

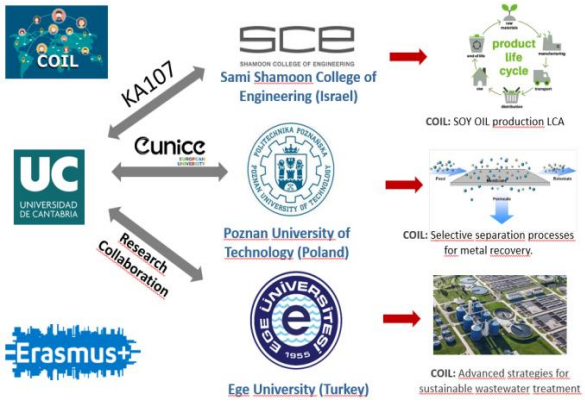



**Figure 1.** Structure of the UC COIL project.

The activities have been carried out in the context of 3 elective subjects (4th year of DCE) that encompass three fundamental branches of knowledge: *COIL 1 Life Cycle Analysis*, where the collaborative project dealing with soybean oil production was performed by students from UC and SSCE. COIL 2 *Advanced Separation Processes*, where UC students collaborated with PUT students in the design of selective separation processes and metal recovery and COIL 3 *Water Treatment*, where new approaches for wastewater treatment and recovery were analyzed by UC and EU.

Although the project was initially designed to maintain certain level of internationalization during pandemics, COIL methodology has proved as an useful and complementary tool that could be maintained in the future together with face to face teaching that allows the integration of students of different nationalities. As a novelty, internationalization has not only corresponded to the students, but has been extended to the faculty members. Thus, UC students have received training from international experts within the regular academic offer of the degree, with very positive results in their evaluation. However, difficulties have been encountered, mainly in the differences in the schedules of the different institutions and in problems inherent to the operation of the telecommunication systems available. As improvements within the project, it is proposed to carry out surveys to collect the experience of the participants, which would allow a self-evaluation to achieve continuous improvement. In addition, progress should be made in the design of the activities program, based on the experience gained to make it more collaborative among students and even teachers, and finally, further improvement in the provision of technical means for on-line teaching in the University of Cantabria.

Adknowledgement: This project has been developed thanks to the funding of the Vicerrectorate on Internationalization and Global Engagement of the University of Cantabria.

Área temática: T1. Nuevas metodologías docentes

# Mejora del aprovechamiento del desarrollo de sesiones prácticas de resolución de problemas de energía mecánica (fluidos) empleando Video Quiz

**Inés María Santos-Dueñas**[1,*], Zoilo Gonzalez-Granados[1], Eduardo Espinosa-Víctor[1], Isidoro García-García[1], Alejandro Rodríguez-Pascual[1], María Teresa García-Martínez[2], Juan Carlos García-Mauricio[2]

(*ines.santos@uco.es)

[1] Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Instituto Universitario de Nanoquímica (IUNAN), Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Ctra. N-IV, km 396, Edificio Marie Curie (C-3), 14071 Córdoba, España

[2] Departamento de Química Agrícola, Edafología y Microbiología, Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Ctra. N-IV, km 396, Edificio Marie Curie (C-3), 14071 Córdoba, España

**Palabras clave:** energía mecánica; problemas; gamificación; Video Quiz.

## Resumen

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) fomenta el empleo de metodologías de enseñanza-aprendizaje que favorezcan una participación más activa por parte del alumnado. En este contexto, se ha desarrollado nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje que potencien la actividad, implicación y autonomía del alumnado. Por todo esto, es fundamental para una formación completa por el alumno que asimile y refuerce los conocimientos básicos de las diferentes sesiones prácticas que, si bien, son introducidos en primer lugar en las clases de Gran Grupo se pretende lograr un mayor aprovechamiento desde un punto de vista conceptual de la realización de dichas sesiones prácticas en las clases de Grupo Mediano.

En la situación actual es necesario una mayor interacción entre el profesorado y el alumnado para crear un ambiente más dinámico y participativo que favorezca la asimilación de las competencias, sobre todo, en los casos que se disminuyen las sesiones presenciales para aumentar la motivación y el grado de satisfacción [1].

Acciones como la gamificación permite mantener el interés de los alumnos al utilizar técnicas propias de los juegos con diferentes tipos de mecánicas y elementos, a la vez que nos ayudan a evaluar el grado de aprendizaje pues se pueden implementar retos, premios, insignias, etc. que proporcionan a los alumnos una representación tanto individual como colectiva del desarrollo del aprendizaje.

El estudio de los aspectos fundamentales del proceso de resolución de problemas de energía mecánica, más conocidos como fluidos, implica aplicar conocimientos sobre diversos aspectos químicos, físicos, matemáticos, etc. que sugieren la necesidad de considerar una amplica interrelación de variables [2]

Existen diferentes posibilidades para la confección de dichos juegos, tradicionalmente, se piensa en los juegos elaborados mediante técnicas de programación, pero existe una gran cantidad de alternativas disponibles sin tener que implicar un proceso de elaboración demasiado especializado. Así, por ejemplo, se pueden emplear herramientas on-line como son Socrative, Educaplay, Celebriti, Wizer me, etc. cuyo uso está más extendido en niveles inferiores de educación y su aplicación en la enseñanza superior puede ser muy interesante. Se pueden aplicar diversas modalidades de juegos tipo parejas, imágenes, test, ordenar, crucigramas, sopa de letras, entre otras, creando un entorno más interactivo, original y atractivo para el alumnado [3,4].

En concreto, en este trabajo se propone el empleo de Video Quiz como herramienta para desarrollar los "juegos" de resolución de problemas de energía mecánica, dichos juegos consiste en el desarrollo de videos que muestran el proceso completo de resolución de problemas de energía mecánica pero en, determinados momentos de los mismos, se incorporan preguntas relativas a las decisiones y/o consideraciones que se deben de tomar durante el proceso de resolución de los mismos, de tal forma, que se mejoren los conocimientos adquiridos por los estudiantes a través de un material de autoaprendizaje que aumenta el grado de motivación y participación.

Agradecimientos: Plan de Innovación y buenas Prácticas docentes 2021/2022 de la Universidad de Córdoba.

## Referencias

[1] Forner Calpe, R.; Rubio, X. Más que de gamificar soy partidario de explicar los contenidos con un juego. Aula de innovación educativa, 2021, 301, 9.

[2] Izquierdo, J.F.; Costa, J.; Martínez de la Ossa, E.; Rodríguez, J.; Izquierdo, M. Introducción a la ingeniería química: problemas resueltos de balances de materia y energía. Reverté. Barcelona, España, 2015, pp. 333.

[3] González Galán, F.M. Aplicaciones para gamificar tu aula. Aula de innovación educativa, 2016, 256, 63.

[4] Trejo González, H. Recursos tecnológicos para la integración de la gamificación en el aula. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, 2019, 13, 75-117.

# Helping engineering students to discover the transversal skill of environmental sensitivity through the evaluation of their daily eating habits

**Sara González-García**[1,*], Cristina Cambeses-Franco[1], Gumersindo Feijoo[1], María Teresa-Moreira[1]

([*]sara.gonzalez@usc.es)

[1] CRETUS Centre, Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Universidad de Santiago de Compostela, Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n, 15782 Santiago de Compostela, Spain.

**Keywords:** Sustainable development goals; food; climate change; water footprint; consumption

## Abstract

Chemical engineers play an important role in improving social welfare and in meeting the major challenges facing society in the context of Sustainable Development Goals (SDGs). They have to provide their technical skills and knowledge, but they also need to optimize economic and environmental performance, solving ethical dilemmas that may arise [1]. Therefore, environmental sensitivity is a relevant skill, which should be integrated into the competency-based educational model of Chemical Engineering Degree. In particular, this transversal competence is included in the content of the module "Environmental Management" of the syllabus of the compulsory third-year subject of Environmental Engineering in the Chemical Engineering degree program in the Universidade de Santiago de Compostela.

Considering the impact of the food sector in the environmental loads associated with anthropogenic activities and the importance of nutrition to lead a healthy lifestyle, an activity was proposed to the students with the aim of projecting their social and environmental responsibility. During the first week of classes, students had to collect on a piece of paper their daily intake per food item. The objective of the task was to quantify the greenhouse gas (GHG) emissions in terms of carbon dioxide equivalent (carbon footprint-CF) and the amount of direct and indirect water (water footprint-WF) associated to their daily diet. The task was repeated at the end of the semester. This learning activity allowed students to gain awareness of environmental issues derived from day-to-day routine, as well as, to establish the link between diet and SDG6 (clean water and sanitation), 12 (Responsible Consumption and Production) and 13 (Climate change).

Results showed that once students were conscious that food systems are responsible for more than one-third of GHG emissions, most of all coming from livestock products, and that agriculture is the main pressure on freshwater resources, they were willing to change their eating habits towards more sustainable options (**Fig. 1**)

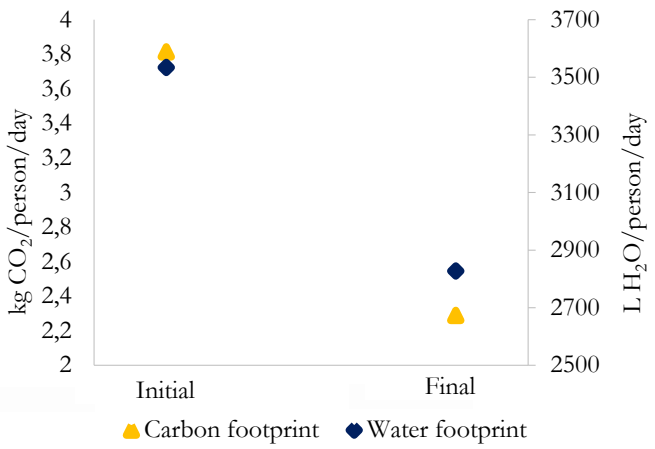



**Figure 1.** Evolution of the carbon footprint and water footprint corresponding to the diet of an average student.

To sump up, this activity led to the acquisition of an important transversal skill for engineers (the environmental sensitivity), while providing broad familiarization with essential environmental management tools through practical experience. Moreover, it allowed students to ponder and understand how our daily eating affects not only to our lifestyle and personal health, but also to the global transition to a sustainable future.

## Acknowledgement

This research has been supported by the project Enhancing diversity in Mediterranean cereal farming systems (CerealMed) project funded by PRIMA Programme and FEDER/Spanish Ministry of Science and Innovation (PCI2020-111978). C.C.-F would like to express her gratitude to the Ministry of Science, Innovation and Universities for financial support (Grant reference FPU 19/06648).

## References

[1] UNESCO; International Centre for Engineering Education. Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals, France, 2021.

.

# Evaluación de la ética profesional en ingeniería química. Resolución de casos prácticos.

**Eliseo Monfort**[1,*], Raul Moliner[1], Ana Lopez-Lilao[2]; Vicenta Sanfelix[2]

([*] monfortg@uji.es)

[1] Universitat Jaume I, Departamento de ingeniería química, ESTCE, 12006, Castelló, España

[2] Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, Campus riu sec 12006, Castelló, España

**Palabras clave:** competencias transversales, ética profesional, casos prácticos.

## Resumen

Entre los colectivos de ingenieros [1] y principales centros educativos de ingeniería [2,3] existe bastante consenso en que el desarrollo de la actividad de la ingeniería en general, y en particular en la ingeniería química, de acuerdo con unos principios de ética profesional, está teniendo un creciente valor reputacional.

Quizás el caso más paradigmático de falta de ética profesional en ingeniería ha sido el que tuvo lugar en Alemania en la empresa Volkswagen, el conocido como "dieselgate", donde seis ingenieros en computación alteraron el software de los motores de coches diésel e instalaron en secreto un dispositivo electrónico en 11 millones de vehículos. Dicho dispositivo detectaba cuando el coche era sometido a controles de emisiones contaminantes y permitía que pasaran la prueba sin problemas, a pesar de superar hasta 40 veces el límite de contaminación permitido. El coste económico para la compañía entre reparación reputacional, multas directas y sustitución de software en los coches afectados ha sido enorme, algunas entidades financieras indican que ha superado los 25 000 millones de Euros.

A pesar de ello, en los planes de estudios de ingeniería se ha prestado poca atención a los principios éticos, aunque es una tendencia que está cambiando, con la introducción progresiva a través del desarrollo de competencias transversales sobre ética profesional, adoptadas en la mayor parte de escuelas de ingeniería.

En particular, en el currículo del grado de ingeniería química de la Universitat Jaume I se ha introducido la competencia transversal (EUR-ACE ® CT3): "Demostrar conciencia sobre la responsabilidad de la aplicación práctica de la ingeniería, el impacto social y ambiental, y el compromiso con la ética profesional, responsabilidad y normas de aplicación". Para ello se ha establecido puntos de control en diferentes asignaturas. En esta ponencia se presenta las actividades que se desarrollan en la asignatura de Tecnología del Medio Ambiente (EQ1027) que se imparte en el segundo semestre del tercer curso, en la que se ha establecido un punto de control de esta competencia, en la que los alumnos deben alcanzar un nivel 3, que les lleve no sólo a identificar problemas o dilemas sociales, ambientales y éticos (nivel 1), sino que deben ser capaces de realizar un análisis crítico de casos reales (nivel 2), así como elaborar propuestas integradas con criterios técnicos, normativos, ambientales, sociales y éticos en casos de cierta complejidad (nivel 3).

La actividad propuesta consiste en entregar una serie de casos prácticos con un dilema ético relacionado con el ejercicio de la ingeniería química que deben resolver en grupos de 5 alumnos, y para presentarlo de forma dinámica se les propone un formato de un juicio simulado, en el que dos alumnos representan a una parte (empresa, afectados o administración) y otros dos a la otra parte, y un alumno ejerce de juez o coordinador. Este último tiene que entregar una memoria con las aportaciones de cada parte y unas conclusiones, en las que se valoren de forma integrada los aspectos técnicos, económicos, legales y sociales. La experiencia en cinco cursos académicos ha sido positiva, dado que este formato permite desarrollar la actividad de forma muy dinámica y participativa; la propia valoración de los alumnos ha sido satisfactoria.

## Referencias

[1] NSPE (National Society of Professional Engineers). https://www.nspe.org/

[2] Fernández, C., Miñano, R. Guía para trabajar la Responsabilidad Social y Ambiental (GRSA) ETSISI. UPM. V2-2015.

[3] Tecnológico de Monterrey. Observatorio del Instituto para el futuro de la educación https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/vinculacionla-etica-ensenanza-ingenieria

# Evaluación de las competencias transversales de los graduados en Ingeniería Química e Ingeniería de Bioprocesos Alimentarios: Plan piloto para inferir el nivel alcanzado en el grado a partir de los resultados obtenidos en cuatro asignaturas

**Montse Ferrando**[*], Josep Font, Ioanis Katakis, Laura Aceña, Joan Herrero, Carme Güell, Jordi Gavaldà, Sílvia de Lamo

Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain,

([*]montse.ferrando@urv.cat)

**Palabras clave:** competencias transversales, programa informático, encuestas.

## Resumen

En los grados de Ingeniería Química (GEQ) y de Ingeniería de Bioprocesos Alimentarios (GEBA) de la Escuela Superior de Ingeniería Química (ETSEQ) de la Universitat Rovira i Virgili, se promueve que el alumnado desarrolle sus competencias transversales en paralelo a las técnicas durante los primeros tres cursos a través de la metodología docente anteproyecto integrado (AI) [1,2], basada en el aprendizaje a partir del estudio de casos y la integración de conocimientos y habilidades, proceso que se completa en el cuarto curso con el Trabajo de Fin de Grado (TFG). En cada AI, vinculado a una asignatura obligatoria, el alumnado trabajando en equipo, cada uno de ellos formado por *teammembers* y un líder, realiza el diseño básico de una planta de producción con la profundidad y alcance acorde al nivel del curso en que se desarrolla. Las competencias transversales, B1. Interacción humana y versatilidad, B2. Liderazgo facilitativo, B3. Trabajo en equipo, B4. Responsabilidad y aprendizaje activo, B5. Iniciativa e Innovación y B6. Ética y responsabilidad social, se evalúan a partir de los comportamientos/resultados de aprendizaje del alumnado de cada equipo. Hasta la fecha el resultado de la evaluación en competencias transversales se consideraba en la evaluación de cada asignatura en que se desarrolla el AI y el TFG. Durante el curso académico 2020-2021, la ETSEQ participó en un plan piloto de la universidad para acreditar el nivel de cada una de las competencias transversales en el expediente académico del alumnado al finalizar sus estudios de grado. Con este objetivo se analizaron los resultados obtenidos en la evaluación de los AIs y el TFG para: *i)* determinar la progresión del nivel competencial de una cohorte de estudiantes a lo largo del grado y *ii)* identificar si al finalizar el grado la totalidad del alumnado había alcanzado un nivel mínimo en todas las competencias. La evaluación de las competencias transversales de cada alumno-alumna se realizó mediante encuestas en las que cada observador-observadora valora la frecuencia con que identifica los resultados de aprendizaje en función de su rol en el equipo (*teammember* o líder). A su vez, en la evaluación de cada estudiante que tiene el rol de líder participa un tutor o tutora a través de una encuesta específica. Por tanto, en la evaluación de las competencias transversales de cada estudiante intervienen sus compañeras-compañeros de equipo, la persona que actúa de líder del equipo, él o ella misma y finalmente si tiene rol de líder, su tutor o tutora. En el TFG, los resultados de aprendizaje son diferentes que en los AI y fueron evaluados exclusivamente por la tutora-tutor del alumno. La recopilación de datos se realizó a través de encuestas diferentes en función del rol del observador-observadora, gestionadas por un programa informático de creación propia. En este plan piloto, participaron 39 estudiantes del GEQ (38% mujeres) y 6 estudiantes del GEBA (50% mujeres). Las encuestas utilizadas para evaluar las competencias transversales en los AI tenían 22 preguntas para los *teammembers* y 27 para los líderes y tutores-tutoras. Fueron contestadas con una periodicidad de 1 vez cada 1-4 semanas durante la duración de la asignatura (anual para los AI y semestral para TFG). Para la evaluación de las competencias en el TFG, se crearon nuevas encuestas basadas en los resultados de aprendizaje observables por el tutor o tutora que tenían 23 preguntas para el GEQ y 9 para el GEBA. En el GEQ, entre un 80 y 90% del alumnado presentaba valores finales de las competencias B1, B2, B3, B4 y B5 en la zona alta (rango 7-8.9) exceptuando la competencia B6 que se repartía entre alto (55%) y muy alto (40%). Analizando los resultados por género, un 53% de las mujeres estaban el rango muy alto versus el 35% de los hombres para la competencia B6. Comparando las notas numéricas obtenidas en los AI de segundo y tercero (Tabla 1), entre un 71 y un 86% de los hombres y un 86% de las mujeres, mejoran sus competencias transversales la tercera vez que trabajan en los proyectos del AI. El modelo de evaluación muestra una mejora en el nivel competencial de la mayoría del alumnado cuando ha finalizado los estudios de grado.

**Tabla 1.** Comparación AI de tercero y de segundo del GEQ

| Competencias | Interacción humana y versatilidad | | Liderazgo facilitativo | | Trabajo en equipo | | Responsabilidad y aprendizaje activo | | Iniciativa e Innovación | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mujeres (M) | Hombres (H) | M | H | M | H | M | H | M | H |
| Mejora (%) | 86 | 86 | 86 | 79 | 86 | 71 | 86 | 79 | 86 | 79 |
| Empeora (%) | 14 | 14 | 0 | 14 | 0 | 14 | 14 | 7 | 0 | 21 |
| Igual (%) | 0 | 0 | 14 | 7 | 14 | 14 | 0 | 14 | 14 | 0 |

## Referencias

[1] Giralt, F., Herrero, J., Medir, M., Grau, X. y Alabart, J., How to Involve Faculty in Effective Teaching, Chemical Engineering Education, (1999), 34, 244-249

[2] Giralt, F., Herrero, J., Grau, F.X., Alabart, J.R., y Medir, M., Two Way Integration of Engineering Education trough a Design Project, J. Eng. Ed., (2000), Abril, 219-229.

# Aplicación de la evaluación por rúbricas en el Laboratorio de Procesos

**Jesús Manuel García**[1,*], Luis Rodríguez [1], Cristina Sáez[1], Amaya Romero[1], Antonio de Lucas[1], Ismael Fernández[1], Miguel Ángel Montiel[1], Carmen María Fernández[1], Francisco Jesús Fernández [1]

[1] Universidad de Castilla-La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Avenida Camilo José Cela 12, 13071 Ciudad Real, España

([*] jesusmanuel.garcia@uclm.es)

**Palabras clave:** (Laboratorio de prácticas; Evaluación por rúbrica; Encuestas de opinión).

## Resumen

Contar con instrumentos y herramientas adecuadas para evaluar a los alumnos es esencial en la labor de los docentes. Dentro de la gran variedad de opciones que existen, las rúbricas de evaluación son uno de los instrumentos más completos que podemos usar para valorar el nivel de logro de los aprendizajes. Las rúbricas son guías precisas que valoran los aprendizajes realizados y se presentan en forma de tablas que desglosan los niveles de desempeño en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento. Además, permiten que los estudiantes identifiquen con claridad la relevancia de los contenidos y los objetivos de los trabajos académicos establecidos, siendo útil como herramienta de autoevaluación. En el nuevo paradigma de la educación, las rúbricas o matrices de valoración brindan otro horizonte con relación a las calificaciones tradicionales que valoran el grado de aprendizaje del estudiante con menor detalle [1].

En la asignatura "Laboratorio integrado de procesos y productos", perteneciente al cuarto curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha, se ha incorporado en el presente curso 2021/2022 la metodología de la evaluación mediante rúbrica. De esta manera, se ha creado una rúbrica orientada a evaluar el desempeño individual del alumno durante las prácticas y una segunda rúbrica para evaluar los cuadernos de prácticas que los diferentes grupos deben entregar al finalizar el laboratorio. Además de estas dos rúbricas, la evaluación de los alumnos se ha completado con la realización de un cuestionario tipo test al inicio de cada una de las prácticas para evaluar la lectura previa y comprensión de los guiones y de otro cuestionario tipo test al final de cada una de las prácticas para evaluar los conocimientos adquiridos. La Tabla 1 recoge las diferentes dimensiones, aspectos valorados, tipos de evaluación y pesos asignados en la nota final en la evaluación de la asignatura "Laboratorio integrado de procesos y productos" durante el presente curso.

**Tabla 1.** Dimensiones, aspectos valorados y pesos asignados en la nota final

| Dimensiones evaluadas | Aspectos a valorar en cada dimensión | Tipo de evaluación | % de la nota final |
|---|---|---|---|
| Dimensión 1: Preparación previa | 1.1. Conocimiento previo de la práctica antes de su realización | Examen tipo test | 20% |
| Dimensión 2: Conocimientos adquiridos | 2.1. Conocimiento adquirido tras la realización de la práctica | Examen tipo test | 25% |
| Dimensión 3: Metodología experimental y actitud de trabajo | 3.1. Conocimiento de normas básicas de seguridad e higiene<br>3.2. Manejo apropiado de los equipos y material de laboratorio<br>3.3. Capacidad para el trabajo en equipo<br>3.4. Capacidad para el razonamiento y la toma de decisiones<br>3.5. Disposición para la buena relación interpersonal | Rúbrica | 25% |
| Dimensión 4: Calidad del informe de prácticas | 4.1. Estructura general y organización del informe<br>4.2. Claridad y redacción (justificación y discusión de resultados)<br>4.3. Uso y calidad de figuras y tablas<br>4.4. Bondad de los cálculos y de los resultados obtenidos | Rúbrica | 30% |

En el presente trabajo se van a describir las dos rúbricas elaboradas, señalando los descriptores de valoración para cada uno de los aspectos considerados. Así mismo, se van a analizar los resultados de la evaluación, identificando las fortalezas y las debilidades de los alumnos. Por último, se van a mostrar los resultados de las encuestas realizadas, tanto a alumnos como a profesores de la asignatura, para analizar su opinión sobre la metodología de evaluación seguida y proponer acciones de mejora de cara al próximo curso.

## Referencias

[1] F. Gatica-Lara, T. del N. Jesús Uribarren-Berrueta, ¿Cómo elaborar una rúbrica?, Investig. En Educ. Médica. 2 (2013) 61–65. doi:10.1016/S2007-5057(13)72684-X.

# Evaluación de competencias en la enseñanza de Análisis de Ciclo de Vida en Ingeniería Química

**Fernando Vidal-Barrero**[*], Bernabé Alonso Fariñas, Ricardo Arjona Antolín, Mónica Rodríguez Galán

([*]fvb@us.es)

Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los Descubrimientos s/n, Sevilla, España

**Palabras clave:** (Análisis de Ciclo de Vida, Competencias Transversales, Corrección con Rúbrica, Aprendizaje Autónomo, Seguimiento Continuo).

## Resumen

La docencia queda estructurada en torno a la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), siguiendo las normas ISO 14040 y 14044 y apoyados en el software SimaPro, comparando el impacto ambiental de dos alternativas para un mismo proceso, producto o actividad, analizando las causas de dichas diferencias con el fin de facilitar un futuro proceso de toma de decisiones. La realización del trabajo implicará la búsqueda de información relativa al interés de la comparativa y sobre el proceso, producto o actividad objeto de estudio al nivel necesario para llevar a cabo el ACV. Una vez se han creado grupos de entre 4 y 6 estudiantes, se asigna una temática y un tutor (de entre los propios docentes de la asignatura) a cada grupo. De cara a maximizar la atención dedicada a cada grupo, cada docente actuará como tutor de dos de ellos. Cada grupo, junto con el tutor, dispone de un espacio propio en la enseñanza virtual que incluye herramientas para facilitar el trabajo colaborativo a distancia y la comunicación entre sus componentes y el tutor.

Los contenidos necesarios para la realización de un ACV según la normativa de referencia están disponibles en la enseñanza virtual en forma de videos y documentos, ordenados por semanas y coincidiendo con los diferentes hitos definidos en el temario. La consecución de cada hito se corresponde con la entrega de una tarea, cuyo alcance y criterios de evaluación se encuentran definidos en la carpeta de la enseñanza virtual "Tareas a entregar". Cada tarea hace referencia a la(s) semana(s) de trabajo e hito correspondiente según el temario, e incluye la dedicación en horas y tanto la fecha límite como el punto de entrega.

Cada grupo dispone a la semana de una sesión de 1 h y 50 min de trabajo con la mentoría de su tutor. Esta sesión será compartida por los dos grupos con un mismo tutor y cada uno de ellos tendrá preferencia para exponer resultados preliminares y/o resolver dudas durante 55 minutos. El objetivo de compartir la mentoría es la comprensión de los conceptos aplicados de un modo general que permita afrontar problemas diferentes al asignado en el trabajo. Asimismo, los grupos que comparten tutor realizaran el uno al otro y viceversa la revisión crítica de sus trabajos. El seguimiento de la realización del trabajo por parte de cada grupo se lleva a cabo de manera continua, además de en las sesiones con el mentor, mediante la revisión por parte de este de las entregas intermedias correspondientes a cada hito, incluyendo comentarios que deberán ser afrontados en la entrega siguiente. Como última tarea, cada grupo debe entregar una memoria revisada del trabajo, incluyendo la respuesta a la revisión crítica realizada a la primera versión, así como un vídeo con la presentación del mismo.

La evaluación del trabajo en grupo tendrá en cuenta los siguientes aspectos: el nivel de logro del hito final (2/3 de la puntuación) y el cumplimiento de los plazos mediante la evaluación del nivel de logro de los hitos intermedios (1/3 de la puntuación). Para ello, el nivel de logro de cada hito i-ésimo será calificado aplicando los criterios especificados en las rubricas específicas incluidas en la descripción de la tarea correspondiente a cada hito en la Enseñanza Virtual.

Si bien el trabajo en grupo recibe una calificación global, igual para cada uno de sus miembros, el sistema de evaluación incluye un examen oral en el que se realizan tres preguntas relativas a: (1ª) contenido específico de la memoria, (2ª) uso del programa y (3ª) justificación de alguno de los resultados/conclusiones presentados.

El trabajo, debe ser entendido como un medio para adquirir las capacidades necesarias y no como un fin. En este sentido, se introduce otro elemento en la evaluación consistente en una prueba individual de conocimientos básicos con la que se evalúa la capacidad para plantear y realizar un ACV comparativo cuando se dispone de toda la información necesaria para la obtención del inventario y factores de emisión para la evaluación de impactos. Adicionalmente, existen autoevaluaciones que permiten tanto al estudiantado como al profesorado hacer un seguimiento en el avance en la comprensión de los conceptos básicos.

# ¿Se puede explicar la tasa de abandono analizando la "materia prima" y el "producto terminado"?

**Alejandro Fernández Arteaga**[1,*], M. Carmen Almécija, Germán Luzón

([*]jandro@ugr.es)

[1] Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Avda Fuentenueva S/N 18071, Granada, España

**Palabras clave:** tasa de abandono; acción de mejora; orientación profesional; perfil de ingreso.

## Resumen

Esta comunicación pretende ir un paso más allá de lo presentado previamente en el V CIDIQ [1] y se enmarca igualmente en la problemática de la elevada tasa de abandono inicial del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Granada (UGR), la cual se ha estabilizado por encima del 40 % [2]. Esto va aparejado a una tasa de graduación por debajo de lo recogido en la Memoria Verificada del título [3]. Ante esta situación se desarrollaron varias estrategias y acciones de mejora, tales como la adhesión al programa Mentor de la Delegación de Estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UGR [4], el aumento del número de charlas y presentación del título en institutos de enseñanza secundaria y jornadas vocacionales [5,6], la actividad de difusión en redes sociales [7] y la reducción del número de alumnos de nuevo ingreso.

En paralelo, se planteó un análisis específico del perfil y las características del alumnado de nuevo ingreso (el grado de vocación hacia la ingeniería, el itinerario curricular de asignaturas de bachillerato, las pruebas realizadas en el acceso a la universidad o el nivel de idiomas en el momento del ingreso), poniendo el foco en los aspectos no testados por las encuestas institucionales de satisfacción y de las evaluaciones de la actividad docente del profesorado, cuyos datos al ser analizados no consiguen explicar de forma convincente los resultados académicos antes mencionados.

Se elaboró una sencilla encuesta destinada a los nuevos alumnos, que realmente constituyen la "materia prima" del proceso de aprendizaje en el que estamos implicados como docentes. Actualmente están disponibles los datos de varios cursos, siendo las muestras de cada uno de ellos suficientemente representativas (superiores al 80 % del total de alumnos de nuevo ingreso), lo que permite comparaciones y la potencial confirmación de tendencias observadas.

En esta comunicación, además, se incluyen en la discusión valoraciones de egresados del grado en Ingeniería Química de la UGR en distintas situaciones profesionales. Con ello, se puede profundizar en la sintonía de la formación facilitada por la Universidad de Granada y el mercado de trabajo actual, así como el grado de consecución de las expectativas previas al ingreso.

**Agradecemos** a los compañeros del Departamento de Ingeniería Química de la UGR que han colaborado en la aplicación de las encuestas y en su discusión previa.

## Referencias

[1] Fernández-Arteaga, Alejandro, García Román, Miguel, Altmajer, Deisi. Analizando la "materia prima" para el "revamping" del aprendizaje. V Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, 2020.
[2] https://grados.ugr.es/iquimica/static/CMSRemoteManagement/*/vic_cal/_dir_remotos/base_grado/_list_/00memorias
[3] https://grados.ugr.es/iquimica/static/CMSRemoteManagement/*/vic_cal/_dir_remotos/base_grado/_list_/indicadores
[4] https://defc.ugr.es/ProgramaMentor
[5] http://creces.ugr.es/pages/jornadas_acceso_universidad/granada
[6] www.granadahoy.com/granada/Vocaciones-fronteras_0_1218478510.html
[7] twitter.com/IngQuimicaUGR

# Storytelling through data visualization

**Gumersindo Feijoo**[1,*], María Teresa Moreira[1]

(*gumersindo.feijoo@usc.es)

[1]Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n, 15782 Santiago de Compostela, España

**Keywords:** Communication and data management, Big Data, Infographics

## Abstract

The current changes in the field of data visualization are fundamentally driven by two driving force: (i) the large amount of data being generated in any discipline, reaching in some cases "Big Data" values; (ii) the availability of tools that allow the effective integration and visualization of data to achieve effective data management. Excellent visualization expresses "complex ideas communicated clearly, accurately and effectively". Storytelling through clear images and illustrations helps the viewer understand the data. Just as good storytelling involves telling a story with words, good data visualization involves telling a story with data, making it an art in which it is necessary to follow a procedure that combines both story design and the right tool.

Most widely used spreadsheets such as MS Excel include data representation functionalities; for example, in the latest versions most of the updates have been made in the sections related to visualization. However, knowing other specific design tools can allow data representation beyond the capabilities of "Office" tools, introducing the world of infographics. In disciplines such as Journalism or Communication Sciences, this type of tool is included as a basic element in their training. The open platform Flourish, developed by Duncan Clark and Robin Houston, is a good option for undergraduate and postgraduate students in Science and Engineering disciplines as it easily allows a greater variety of options when making a presentation or article through the evolution of the type of graphics, allowing to extend the capabilities to those provided by MS Excel or similar programs

To introduce graduate students to this tool, a Simplified Manual for the use of Flourish has been elaborated during lockdown in several languages with the title: Telling a story with data: The Art of Visualization [1]. It includes several practical examples of graphs: relational, radial, maps, bubbles, etc. The number of downloads in Spanish and Galician version were 3,497 and 1,259, respectively.

During the 2020-2021 and 2021-2022 academic years, a "Data and Indicators" subject (2 hours) was incorporated into the compulsory subject of Ecological Design of Products and Processes in the Master's Degree in Environmental Engineering and in the optional subject of Life Cycle Management in the Master's Degree in Chemical Engineering, where the handling and visualisation of data was addressed. A simple three-step visualisation process (Figure 1) is exemplified with several case studies: (i) goal, (ii) parameters and (iii) graph. The continuous assessment activity (3 hours of personal work) consisted of each student carrying out a visualisation based on open access data that allowed correlating parameters included in the monitoring of the actions included in the SDGs (Figure 2). The number of students involved was 60, and the overall satisfaction with the activity, between 1 (very unsatisfied) and 4 (very satisfied), was 3.75±0.19.

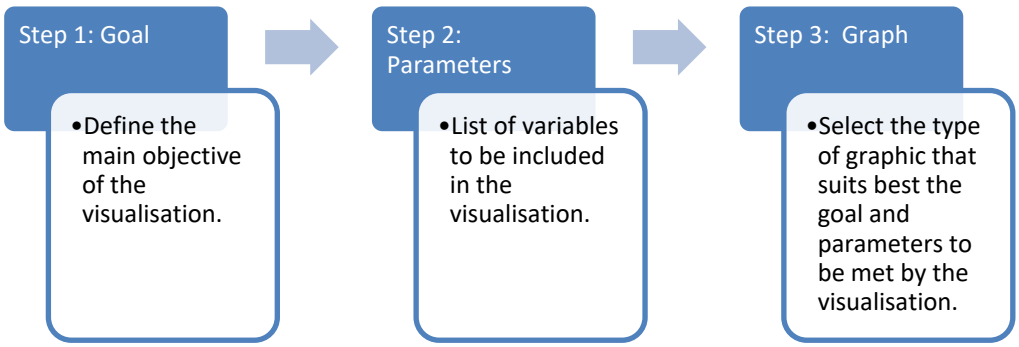



**Figure 1**. Three-step process in the development of an appropriate data visualisation.

This same activity was replicated with PhD students from the Chemical and Environmental Engineering programme (2 h face-to-face course and 3 h of personal work). In this case, the homework consisted of reworking with Flourish some of the graphs published in scientific articles that they had already published (preferably) or that they had read, critically analysing the "before and after" result. The students involved were 22 and the overall satisfaction obtained was 3.33±0.22.

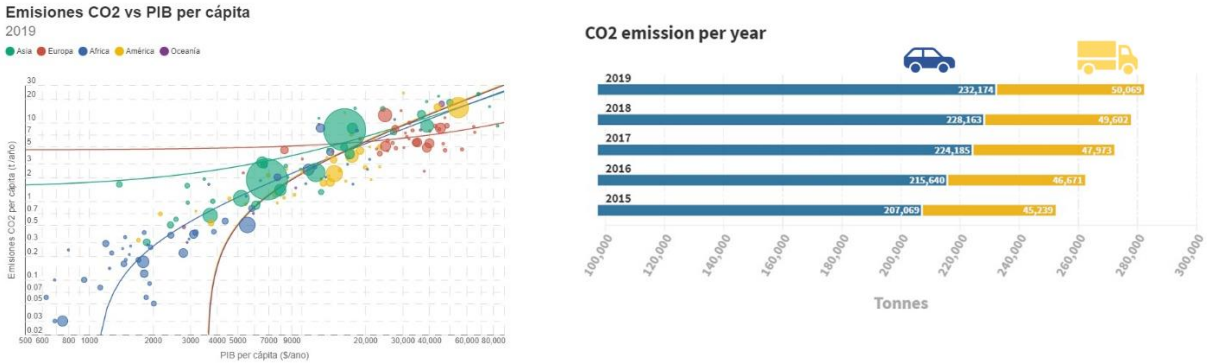



**Figure 2**. Some examples of data visualisations made during the activity.

## References

[1] Feijoo, G.; Moreira, M.T. Contar una historia con datos: El arte de su visualización. Research Gate, 2020, Doi: 10.13140/RG.2.2.28107.13608

# Aplicación de la herramienta Solver de Microsoft Excel para la resolución de problemas MILP en Ingeniería Química

**Laura Briones**[1,*], José María Escola[1]

[1] Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica, Escuela de Ciencias Experimentales y Tecnología, c/ Tulipán s/n 28933, Móstoles, España

([*]laura.briones.gil@urjc.es)

**Palabras clave:** Solver; optimización; HENS; MILP

## Resumen

En la actualidad, la formación de los alumnos de Ingeniería Química en el campo de la Simulación y Optimización de Procesos Químicos se realiza mediante paquetes de Software (e.g. Aspen, Matlab) que implican costosas licencias y que requieren, además, de un proceso complejo de aprendizaje. Por tanto, existe una necesidad de poder resolver problemas de este tipo mediante un software más sencillo de aprender y de menor coste. En este sentido, es poco conocido que la herramienta Solver, incluida en Microsoft Excel, permite resolver diferentes problemas de optimización en el campo de la Ingeniería Química. De este modo, se han resuelto problemas de redes de cambiadores de calor consistentes en determinar la potencia calorífica mínima de servicios generales, un problema típico de programación lineal (LP), mediante esta herramienta [1]. Asimismo, también permite emplear variables, no sólo reales, sino también binarias, abriendo la puerta a la resolución de problemas MILP (Mixed Integer Linear Programming) y MINLP (Mixed Integer Non Linear Programming) en Ingeniería Química. Esta posibilidad ha sido demostrada con éxito en la determinación de la secuencia óptima de destilación de una mezcla multicomponente, sin integración de calor (problema MILP) y con integración de calor (problema MINLP) [2,3].

La presente comunicación tiene por objeto difundir los resultados obtenidos en la aplicación de la herramienta Solver en la resolución de un problema concreto de Ingeniería Química de naturaleza MILP: la determinación del número mínimo de cambiadores de calor de una red HENS, donde previamente se ha calculado las potencias caloríficas mínimas de servicios generales necesarias [4]. Este problema se plantea a los alumnos del Máster Interuniversitario en Ingeniería Química, impartido conjuntamente por la Universidad Autónoma de Madrid y la Rey Juan Carlos, dentro del Bloque II de la asignatura "Simulación y Optimización de Procesos". Los alumnos aprovechan para su resolución la sencillez del aprendizaje de la herramienta Solver y lo realizan durante una clase de la asignatura con pleno éxito. Este método de resolución permite que los alumnos adquieran competencias en la resolución de problemas de tipo MILP sin necesidad de utilizar un software más complejo de aprender ni de pagar una licencia costosa. En este sentido, los alumnos admiten con cierta sorpresa su desconocimiento, en general, sobre las posibilidades que permite la herramienta Solver en la resolución de diferentes problemas de optimización en el campo de la Ingeniería Química y que están plenamente accesibles para ellos en sus propios ordenadores personales.

## Referencias

[1] Briones, L.; Escola, J. M. Application of the Microsoft Excel Solver tool in the solution of optimization problems of heat exchanger network systems, Educ. Chem. Eng. 2019, 26, 41 – 47.

[2] Briones, L.; Morales, V.; Iglesias, J.; Morales, G.; Escola, J. M. Application of the Microsoft Excel Solver tool in the optimization of distillation sequences problems, Comput. Appl. Eng. Educ. 2020, 28(2), 304 – 313.

[3] Vazquez, A.; Briones, L.; Morales, V.; Iglesias, J.; Morales, G.; J. Escola. Determination of the optimal distillation sequence of a ternary mixture incorporating heat integration by means of Microsoft Excel Solver, 2021, 29(6), 1691 – 1701.

[4] Lorenz, T.; Grossmann I. E.; Westerberg, A. W. Systematic Methods of Chemical Process Design; Prentice Hall: Nueva Jersey, 1997, pp 341-387.

# Una propuesta para la docencia de Control de Procesos en Biotecnología basada en experimentos físicos e *in silico*

**Miguel Mauricio Iglesias**

(*miguel.mauricio@usc.es)

Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Enxeñaría Química, Escola Técnica Superior de Enxeñaría (ETSE), Santiago de Compostela, España

**Palabras clave:** control de procesos; aprendizaje inductivo; simulación dinámica; Matlab; Simulink

## Resumen

La relevancia del Control de Procesos en la industria biotecnológica ha sido reconocida en numerosas ocasiones como un medio para aumentar la calidad de los productos, reducir su variabilidad, implementar monitorización en tiempo real, siendo fundamental en la implementación de tecnologías analíticas de procesos (PAT). Por ello, es importante proporcionar formación en Control de Procesos en los grados y másteres en Biotecnología, en particular en sus orientaciones más industriales. Sin embargo, muchos grados en Biotecnología proporcionan únicamente una formación limitada en matemáticas y programación, materias clave para el desarrollo de los cursos clásicos de Control de Procesos. En esta propuesta docente, se muestra cómo es posible transmitir muchos de los conceptos centrales al Control de Procesos, a saber, estudio de dinámicas de procesos, retroalimentación, diseño básico de controladores, monitorización, mediante el uso de experimentos naturales y por ordenador. Esta aproximación conduce inevitablemente a explicaciones menor rigurosas de ciertos conceptos, pero, a cambio, puede mejorar la intuición de los estudiantes y su compresión. Hacer prioritario el uso de simulaciones en la docencia del Control de Procesos ya ha sido propuesto en el pasado en los libros de texto de Doyle [1] y Svreck et al. [2] con un enfoque centrado en la industria química de procesos. La presente propuesta fue aplicada por primera vez en el curso 2021-22 en la materia Instrumentación y Control de Procesos, optativa de 4,5 ECTS de 4º curso del grado en Biotecnología de la Universidade de Santiago de Compostela.

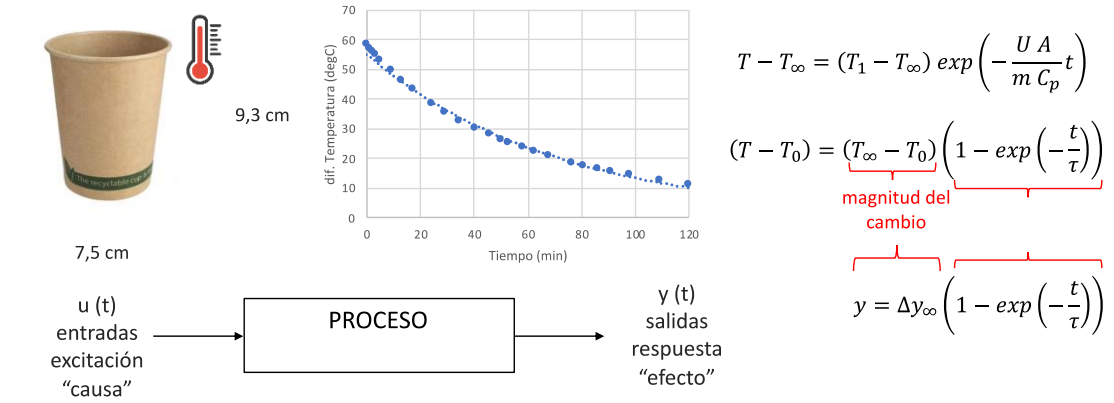



**Figura 1.** Introducción de la dinámica de primer orden a través del seguimiento experimental de la variación de temperatura de un vaso caliente y formalización de la respuesta matemática

La docencia se basó en el uso de experimentos, sobre todo *in silico* usando Matlab y Simulink como herramientas de simulación dinámica aunque también se usaron experimentos físicos (Figura 1). Se proporcionaron modelos dinámicos complejos ya implementados en Matlab y Simulink para que sirviesen como planta o proceso, permitiendo la simulación, entre otros, de i) depuradora de aguas residuales, ii) fermentación de bioetanol lignocelulósico, iii) digestión anaerobia, iv) fermentación aerobia para la producción de proteínas, v) un modelo de glucemia/insulina calibrado con datos clínicos. En ellos se realizaron ensayos de sintonización de controladores, estimación de parámetros de curvas de respuesta, estabilidad, diseño de monitorización, etc. Esta propuesta docente, todavía en fase de desarrollo para ser aplicada en próximos cursos, parece bien adaptada a la necesidad de la docencia en Biotecnología.

## Referencias

[1] Doyle III, F. J. Process Control Modules. A Software Laboratory for Control Design. 1999, Prentice Hall

[2] Svreck, W., Mahoney D. y Young B. A Real Time Approach to Process Control. 2000, John Wiley and Sons

# Development of an interactive online tool to improve the teaching-learning experience in experimental laboratories

**Raúl Molina**[*], Beatriz Paredes, Alicia García, Antonio Martín, Fernando Martínez

([*]raul.molina@urjc.es)

Grupo de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, Tulipán sn, 28933, Mostoles, Madrid, Spain

**Keyword:** virtual laboratory; computer-based learning; experimental laboratory; fluid mechanic

## Abstract

Demonstration activities in experimental laboratories are fundamental activities in Science and Engineering Degrees, in order to allow students to apply theoretical concepts in demonstration operation units and to acquire technical competencies. The traditional teaching tools for these activities are based on a digital or printed guide of the experimental demonstration with a brief introduction of the fundamentals, the description of the experimental set-up and operation procedure, and an outline of the calculations and results that are required for discussion and presentation of final report for evaluation. This traditional methodology poses some problems for new generations of engineering students. On one hand, the knowledge of the practice, handling, measurements to be taken, etc., are based on a completely theoretical manual. On the other hand, this manual or lab guide is in many cases unattractive, boring, and tedious for students, and it is not a usefulness and motivating element for student learning induction. Moreover, further problems arise from the large amount of information that students need to read during short lab-sessions and the fact of lacking important parts of the fundamentals of the demonstration practice. All these factors are normally slowing the students' curve learning, often restricting their learning to mere observation [1].

The FLUID-LABVIR platform (https://www.gid-simip.com/en/virtual-laboratory/) is an attempt to innovate in the experience of students who must carry out laboratory demonstrations, particularly in engineering and fluid mechanics subjects. This platform provides students with a tool (guide prepared as a website) adapted to the context of current electronic media, in a multi-platform web format (PC, mobile, tablet) in an iterative mode. This electronic platform will be able to provide the theoretical fundamentals and measurements for the performance of the demonstration practice, but also images, animations (to support fundamentals) and/or videos explaining the handling of the demonstration practice by specialized professors. This platform offers the opportunity to evaluate the influence of different operation conditions through an immersive simulator that reproduce the experimental installation and the handling devices that the students manipulate in the real demonstration practice in the lab. This platform would also give the opportunity to develop in the same virtual mode other demonstration activities that are not performed in the lab in those experimental set-ups for the limited schedule time of the demonstration practices. On the platform website, students can download or access the practice simulator via the MyApps platform of Rey Juan Carlos University. This simulator is accompanied by a short tutorial video showing how to use the simulator and the operation that they can virtually do to get measurements for application to their calculations. Currently, this electronic platform and simulator has been implemented for three demonstration practices: Head Drop in Pipes, Flow in Open Channel and Wind Tunnel.

This online tool was implemented during the course 2020/21 in the Fluid Engineering subject, belonging to the Degree in Industrial Organization Engineering and Degree in Industrial Electronic and Automatic Engineering. Its use was held in 2021/22, being also applied in the Degree in Energy Engineering. Thus, more than 200 students have used the platform in those periods. According to a survey passed to the students, they considered the web a good complement to the practical learning before using it in the laboratory, indicating that the web was more attractive to them than the traditional guide in electronic pdf format. The students highlighted that, although it is always preferable to carry out the experimental practice in person, the immersive simulator was a good tool for practice prior to tackle the experimental setup in the lab. The simulator reproduced the handling (stages, devices, etc.) of the experimental installation in a very acceptable way, and in some cases, they used the simulator to obtain additional data to prepare the final report of the practices. As result of this work and this experience, the interactive online tool FLUID-LABVIR will be offered as a complement to the traditional syllabus in the fluid mechanics and fluid engineering labs for subsequent academic years.

## Literature

[1] Gautam, S., Qin, Z., Loh, K.C. Enhancing laboratory experience through e-lessons. Educ. Chem. Eng. 2016, 15, 19–22.

# Empleo de una aplicación informática basada en Matlab para la estimación de parámetros cinéticos en una práctica de laboratorio

**Raúl Molina***, Marta Paniagua, Juan A. Melero

(*raul.molina@urjc.es)

Grupo de Ingeniería Química y Ambiental. Grupo de Innovación Docente para el Desarrollo y Aplicación de Herramientas de Simulación en Ingeniería de Procesos. Universidad Rey Juan Carlos. ESCET, C/Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España

**Palabras clave:** simulador; Matlab; modelo cinético; parámetros cinéticos.

## Resumen

En este trabajo se desarrolló una práctica de laboratorio que combina una parte experimental, donde el alumno realiza la toma de datos experimentales de la evolución de una reacción tipo Fenton, y una segunda parte de simulación y estimación de parámetros cinéticos mediante una herramienta informática basada en MATLAB. El objetivo buscado con esta metodología es que el estudiante consiga una mejor asimilación y adquisición de conocimientos cinéticos previamente a la impartición de las clases teóricas. En ambas partes el alumno debe calcular los parámetros cinéticos de la reacción en estudio: ecuación cinética, energía de activación y factor pre-exponencial. En el primer caso, el alumno deberá realizar los cálculos de forma manual, aplicando el método integral a los datos cinéticos obtenidos experimentalmente. Este método resulta adecuado para reacciones sencillas como la que tiene lugar en un proceso Fenton. Sin embargo, en muchos casos un proceso químico puede estar compuesto por varias reacciones que transcurren de forma simultánea o consecutivas y que requieren resolver un conjunto complejo de ecuaciones cinéticas. Por lo tanto, resulta muy interesante que los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para resolver estos sistemas mediante el uso de un software. En esta práctica se usa el programa KBR, una herramienta informática específica desarrollada en entorno MATLAB para reactores discontinuos de mezcla perfecta [1]. En la Figura 1 se puede ver la pantalla principal de la herramienta, así como las distintas secciones de las que consta: 1. Modelo cinético; 2. Datos experimentales; 3. Cálculos y visualización de los gráficos; 4. Estimación de parámetros.

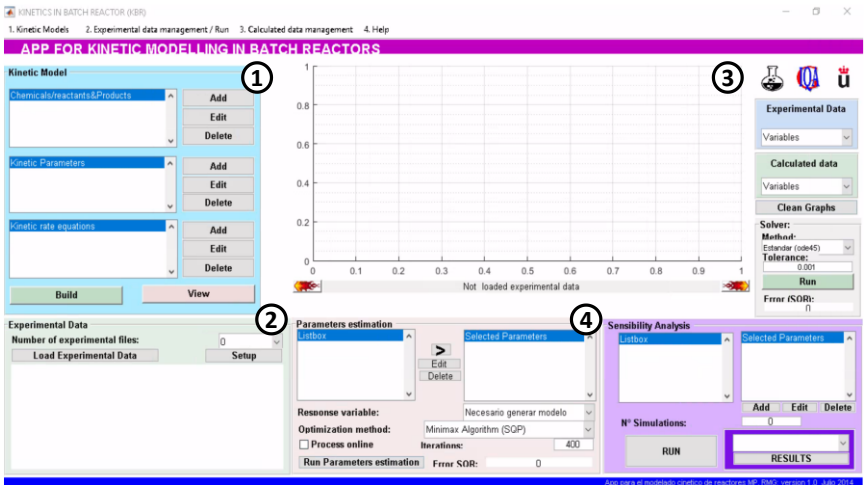



**Figura 1.** Pantalla principal de la herramienta informática para la simulación y estimación de parámetros cinéticos

Esta actividad se realizó durante los cursos 2020/21 y 2021/22 en el bloque de Operaciones de Depuración Químicas de la asignatura de Fundamentos de Operaciones de Depuración (2º curso del Grado en Ingeniería Ambiental). Analizando la opinión de los alumnos obtenida a través de un cuestionario tras la realización de la práctica, se puede extraer como principal conclusión que la metodología empleada es valorada de forma positiva por estos, considerando que la práctica es un buen complemento de la teoría y que el uso del simulador les ayuda a adquirir mejor los conocimientos de cinética química.

## Referencias

[1] Molina, R; Orcajo, G; Martinez, F. KBR (Kinetics in Batch Reactors): a MATLAB-based application with a friendly Graphical User Interface for chemical kinetic modelsimulation and parameter estimation. Educ. Chem. Eng. 2019, 28, 80–89.

# Empleo de la tecnología H5P como complemento a la realización de los laboratorios en Ingeniería Química

**J.C. Domínguez,** C. Hopson, V. Rigual, A. Ovejero, M. Ayuso,

N. García,M.V. Alonso, S. Mateo, M. Oliet

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

(*jucdomin@ucm.es)

**Palabras clave:** Laboratorios; autoaprendizaje; herramientas informáticas; enriquecimiento de vídeos.

## Resumen

El presente trabajo se enmarca dentro de la asignatura "Ingeniería de Procesos", impartida en el tercer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid. En esta asignatura se realizan una serie de prácticas de laboratorio que complementan las clases teóricas. Se emplea un entorno específico dentro del campus virtual (Moodle) para alojar toda la información relativa a las prácticas. Dentro de la documentación aportada se encuentran los tradicionales guiones de prácticas, donde se describen en detalle los procedimientos experimentales de cada una de ellas, las cuestiones que se han de contestar y los cálculos que deben realizar los estudiantes.

A raíz de la pandemia de COVID-19, la organización docente en la Facultad de Ciencias Químicas, y en particular la de los laboratorios, se vio afectada, estableciéndose durante el curso 2020/2021 planes de contingencia previendo posibles nuevos confinamientos domiciliarios. En la asignatura "Ingeniería de Procesos" los profesores del laboratorio, entre los que se incluyen algunos de los autores de esta comunicación además de otros profesores, decidieron grabar las prácticas de forma que pudieran "llevarse a cabo" a distancia si la situación sanitaria empeoraba. Una vez la situación sanitaria volvió a la normalidad, algunos de los autores de estos vídeos, aprovechando el trabajo previo, han decidido, como experiencia piloto, modificar sus vídeos añadiendo tareas H5P. De esta manera, de forma previa a las prácticas, los estudiantes dispondrán de dichos vídeos como complemento a los guiones de prácticas incrementando así su autoaprendizaje y su comprensión de lo que harán en el laboratorio. El objetivo de esta comunicación es describir esta experiencia, realizada durante el curso 2021/2022.

H5P, abreviatura de Paquete HTML5, es un marco de trabajo colaborativo de contenidos libre y de fuente abierta [1]. Dentro de la plataforma Moodle, H5P permite a los profesores crear contenidos, por ejemplo, presentaciones, exámenes y videos interactivos. Se puede emplear directamente utilizando una tarea H5P del campus virtual o editar mediante la aplicación de escritorio LUMI. De este modo, los vídeos de tres de las prácticas del laboratorio de la asignatura se editaron, añadiendo cuestiones de distinto tipo a lo largo de la duración del vídeo relativas al contenido visualizado hasta ese momento: preguntas de respuesta múltiple, preguntas de respuesta única, textos en los que rellenar espacios en blanco, textos donde colocar las palabras disponibles, etc. Se restringieron las funciones de rebobinado y avance rápido del vídeo, de forma que los estudiantes tenían que visualizarlo de forma completa a su velocidad normal para obtener la puntuación final.

Con estos materiales se pretendía reforzar el autoaprendizaje, evaluando los conocimientos adquiridos por los estudiantes de manera simultánea al proceso de aprendizaje, en lugar de a través de empleo de exámenes o cuestionarios posteriores. De este modo, tras la visualización del vídeo los estudiantes recibían una calificación que, para poder acceder a la realización de la práctica presencial, debía ser superior a 8. Ahora bien, los estudiantes que no superaran dicha nota tenían que comenzar todo el proceso de nuevo.

Tras la experiencia, se ha constatado que el empleo de este tipo de materiales favorece el autoaprendizaje de los estudiantes, de manera que, o bien se reduce el tiempo que necesita el profesor para realizar la explicación previa a la sesión experimental dando margen a cuestiones de mayor calado, o bien permiten al profesor evaluar a los estudiantes en mayor profundidad, de forma similar a como se lleva a cabo la metodología docente de aula inversa.

Los autores desean agradecer al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del Proyecto de Innovación nº 48 (2021-2022).

## Referencia

[1] H5P – Create and Share Rich HTML5 Content and Applications. https://h5p.org/.

# Creación y uso de aplicaciones interactivas online en Python/Jupyter para implementar actividades de aula invertida en Operaciones de Separación

**Jorge Ramírez**[1,*], Javier Bascuñana[1], Emilio J. González[1], María González-Miquel[1], Salvador León[1]

(*jorge.ramirez@upm.es)

[1] Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid, España

**Palabras clave:** aprendizaje activo; aula invertida; TIC; simulación; operaciones de separación; Python

## Resumen

En este trabajo, se ha elaborado material docente interactivo y multimedia, alojado en un servidor de acceso público en la Universidad, para transmitir contenidos de Operaciones de Separación a nivel de primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. El material se ha desarrollado en lenguaje Python utilizando la plataforma Jupyter, que permite elaborar documentos web interactivos, incluyendo texto, ecuaciones, imágenes y vídeos, así como fragmentos de código Python que los estudiantes pueden ejecutar para ver ejemplos relacionados con los aspectos de la asignatura que se están tratando. De ese modo, los alumnos pueden estudiar contenidos y practicar con ejemplos interactivos que ilustran los fenómenos estudiados, explorar escenarios hipotéticos y adquirir mayor intuición sobre los principios físico-químicos que gobiernan las operaciones de separación en la ingeniería de procesos químicos. En particular, se han desarrollado módulos interactivos para los temas de destilación, absorción y extracción líquido-líquido. Este enfoque se centra en el estudiante, le permite una evolución personalizada y puede resultar más motivador, al promover la participación activa del alumno en el proceso educativo. En este trabajo, se presentan ejemplos de los módulos implementados y los resultados relativos al aprendizaje por parte de los alumnos.

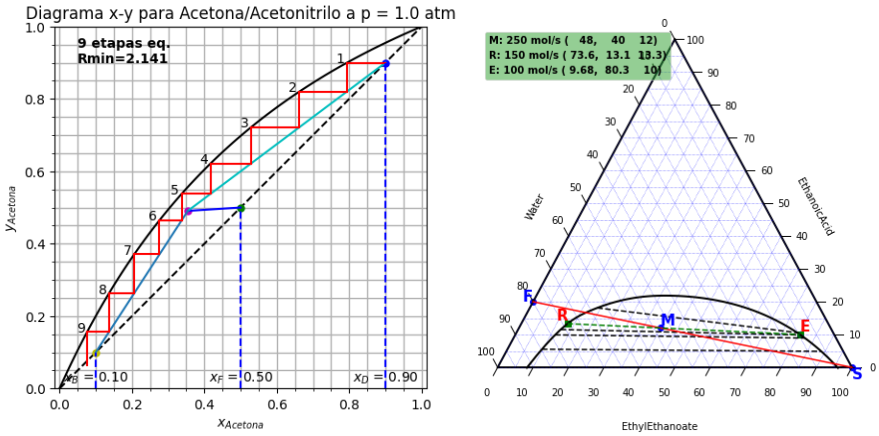



**Figura 1.** Ejemplos de los módulos de Python interactivos desarrollados para explorar los procesos de destilación fraccionada y extracción líquido-liquido.

## Referencias

[1] W.L. McCabe, J.C. Smith y P. Harriott, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 7ª ed., McGraw Hill, 2007

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación recibida a través del proyecto de innovación educativa PIE IE22.0508.

# La importancia de introducir al alumnado de Ingeniería Química en el ámbito de la Impresión 3D

**Zoilo Gonzalez**[1*], Eduardo Espinosa[1], Inés Santos[1], Isidoro García[1], Alejandro Rodríguez[1]

([*]zgonzalez@uco.es)

[1] Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Instituto Universitario de Nanoquímica (IUNAN), Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Ctra. N-IV, km 396, Edificio Marie Curie (C-3), 14071 Córdoba, España

**Palabras clave:** Aprendizaje disruptivo, Impresión 3D, Prototipos, Industria Química

## Resumen

Desde hace años se viene observando un incremento de las aplicaciones en las que la impresión 3D tiene un papel fundamental. Como se sabe, esta tecnología permite depositar controladamente, capa a capa, diferentes tipos de materiales que hacen posible la impresión, incluso de forma ininterrumpida, de objetos con geometrías muy variadas y altamente complejas.

Este nuevo campo de trabajo es posible gracias a la integración de diversas áreas entre las que se puede destacar la ciencia de los materiales, el desarrollo de hardware y software específicos, el diseño y otras. Se puede decir que ya es una tecnología que coexiste con otras, que se consideran tradicionales, y que, en general, aprovecha mejor las materias primas que emplea, reduce el volumen de residuos que genera, no necesita moldes previos, permite un análisis virtual previo del producto a imprimir y otras ventajas que están dando lugar a un incremento de la demanda de materiales utilizados y a una intensa actividad de I+D+i en todos los aspectos que le afectan.

En este contexto, no hay duda de que existen numerosos temas en los que puede ser interesante introducir a los alumnos de Ingeniería Química. Por ejemplo, la formulación de nuevas composiciones en las materias primas que utiliza y el diseño ad-hoc de piezas específicas en función de la aplicación que tengan. La fabricación de soportes para catalizadores o, incluso, conteniendo ya los propios catalizadores, la impresión de membranas o filtros para operaciones muy diversas, o la impresión de elementos para columnas de relleno son sólo algunos ejemplos de aplicaciones prácticas de este campo.

Teniendo en cuenta todas estas premisas, se considera que podría ser conveniente incorporar de manera paulatina este tipo de contenidos en diversas asignaturas del área de Ingeniería Química; por ejemplo, en "Química Industrial" así como en las propuestas de "Trabajos final de Grado" relacionados con esta temática podrían ser especialmente interesantes.

El uso y manejo de impresoras 3D, se podría considerar como un instrumento muy interesante para fomentar el desarrollo de muchas de las competencias que los alumnos de diferentes Grados en Ciencias deben conseguir. Por ejemplo, se puede contribuir a mejorar la capacidad para organizar, dirigir y ejecutar tareas de producción en laboratorios y/o instalaciones industriales complejas en los que se desarrollen procesos, estudios, análisis de propiedades y cualquier otra tarea orientada a la aplicación de materiales y el desarrollo de otros nuevos.

Las aplicaciones potenciales en procesos químicos muy diversos, en Biomedicina y Biotecnología y en la resolución de problemas medioambientales, pueden incrementar, mucho más, el interés en la impresión 3D.

# Uso de aplicaciones online en Python para actividades de aula invertida con contenidos de Reactores Químicos

**Salvador León**[1,*], Javier Bascuñana[1], Emilio J. González[1], María González-Miquel[1], Jorge Ramírez[1]

([*]salvador.leon@upm.es)

[1] Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006, Madrid, España

**Palabras clave:** Aula invertida; TIC; Reactores Químicos; Python

## Resumen

En este trabajo se presenta la implementación y evaluación de material docente interactivo y multimedia, elaborado en Python, con el fin de potenciar la docencia de contenidos de Tecnología Química a alumnos de Máster en Ingeniería Industrial, en concreto en temas de Balances de Materia y Energía y de Reactores Químicos. El material se ha desarrollado en la plataforma Jupyter y está especialmente concebido para situaciones en que el alumnado puede provenir de titulaciones y perfiles académicos diversos, de manera que estas herramientas sirvan de apoyo para nivelar los conocimientos previos, y consolidar conceptos básicos que permitan la comprensión y seguimiento de la asignatura.

En particular, se han desarrollado los siguientes módulos interactivos:

- Balance de materia en un proceso con múltiples reacciones químicas.
- Balance de materia en un proceso químico con recirculación y purga (ilustrado en la Figura 1).
- Balance de energía para ilustrar las diferencias entre sistemas con y sin reacción química.
- Determinación de volumen de reacción a través de la aplicación del método gráfico de Levenspiel.

La implementación de estas prestaciones permite que los estudiantes puedan usar estas herramientas para probar diferentes ejemplos interactivos que ilustren los fenómenos considerados en el temario, promoviendo de este modo la participación activa del alumno. Ello se traduce en una mayor implicación por parte del alumno, aumentando su atención y motivación y, por tanto, incrementando el rendimiento de las sesiones en el aula.

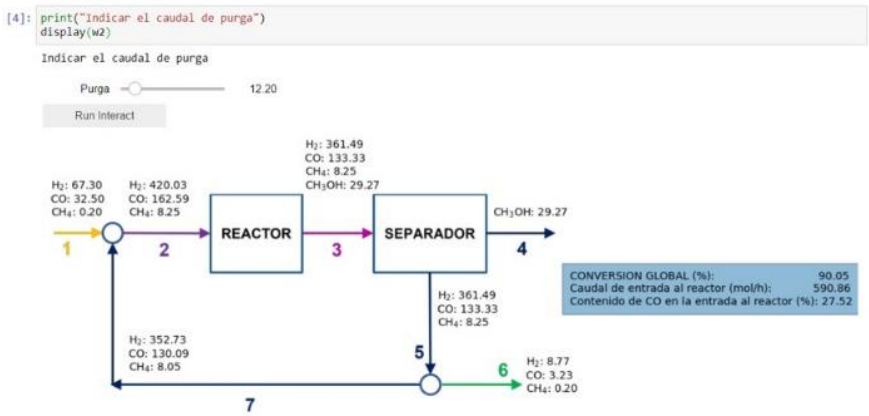



**Figura 1.** Ejemplo de interfaz en la aplicación desarrollada para el estudio de balances de materia.

## Referencias

[1] Felder, R.M.; Rousseau, R.W.; Bullard, L.G. Felder's Elementary Principles of Chemical Processes, 4th Ed., Wiley, 2016.
[2] Fogler, H.S. Elements of Chemical Reaction Engineering, 5th Ed. Prentice Hall, 2016.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación recibida a través del proyecto de innovación educativa PIE IE22.0508.

# Enseñando a utilizar herramientas de simulación CFD desde la gamificación: construye y maneja tu propio túnel de viento virtual

**Cintia Casado Merino**[1,*], José Moreno-SanSegundo[1], Miguel Martín-Sómer[1], Graciano Martínez[1,2]

([*]cintia.casado@urjc.es)

[1] Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España

[2] Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial (INTA), Ctra. de Torrejón de Ardoz a Ajalvir, km 4,500 – 28850, Torrejón de Ardoz, Madrid, España

**Palabras clave:** (aerodinámica, túnel viento, CFD, Fluent, ondas choque).

## Resumen

Este trabajo se enmarca en la asignatura Aerodinámica, que se imparte en 4º curso del Grado Ingeniería Aeroespacial en Aeronavegación. La asignatura tiene 22 horas dedicadas al aprendizaje de la herramienta de simulación ANSYS Fluent, en las que se impartían 4 tutoriales con los que se adquieren los conocimientos suficientes para poder simular los perfiles aerodinámicos que se obtienen en geometrías 3D. Sin embargo, los tutoriales que se realizaban incluían geometrías en 2D menos atractivas (flujo por el interior de una tubería, flujo alrededor de un cilindro, en estacionario y transitorio y flujo compresible en un perfil alar). Con el objetivo de motivar al alumnado al uso de herramientas de simulación a través de la gamificación, se ha elaborado un tutorial extra en el que los alumnos pueden crear su propio túnel de viento y observar las líneas de corriente alrededor de geometrías 3D de distintos modelos de aeronaves: un avión comercial (Figura 1a), el avión DIANA diseñado por el INTA, un avión militar *tipo caza*, una avioneta y un helicóptero (Figura 1b). Los ficheros se han adaptado al formato necesario para importarlas sin problemas a la herramienta de simulación.

Para que este trabajo no suponga un esfuerzo muy importante por parte de los alumnos, se ha realizado en primer lugar un guión en el que paso por paso se enseña a crear el túnel de viento con un modelo de avión comercial. Han aprendido a importar, realizar el mallado, configurar el caso y representar los resultados como contornos de presión y velocidad en los planos elegidos, y como líneas de corriente alrededor de la geometría. Modificando la posición relativa entre la dirección del aire y la geometría observan las ondas de choque para diferentes ángulos de ataque.

Como trabajo final de los seminarios de Fluent, los alumnos han replicado el túnel de viento eligiendo otra geometría de aeronave, siendo capaces de replicar los pasos para crear el túnel de viento y obtener los resultados de manera autónoma, mostrando un gran interés al ver una aplicación real. Algunos alumnos, de forma voluntaria, han simulado las líneas de flujo en varías geometrías (sólo se les pedía una). Otros, han simulado varias condiciones también por iniciativa propia (por ejemplo, ángulos de ataque de entrada en pérdida, o diferentes números de Mach). Una alumna, ha buscado de manera independiente una geometría nueva (la nave *Enterprise*, de *Star Trek,* Figura 1c), consiguiendo realizar un mallado correcto, lo que demuestra que este tutorial a medio camino entre el aprendizaje y el juego, con geometrías atractivas, ha aumentado el interés del alumnado por las herramientas de simulación.

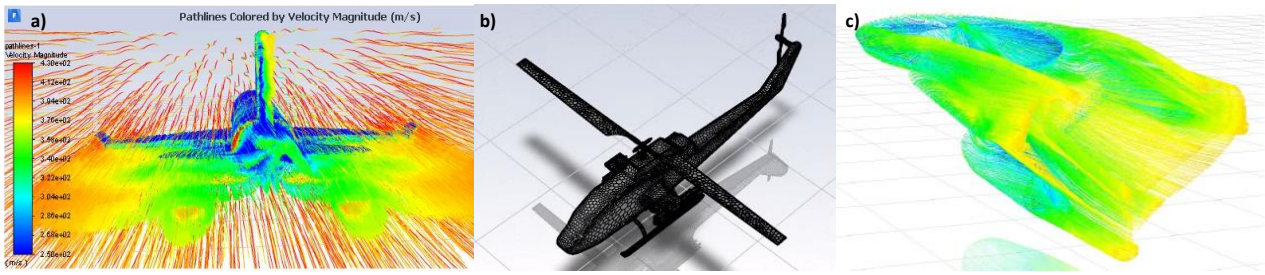



**Figura 1.** a) Ejemplo de cálculo de líneas de corriente en el avión comercial, b) malla del helicóptero, c) línea sde corriente alrededor de la nave *Enterprise.*

# Combinación de diversas aplicaciones de software de libre distribución para la simulación y diseño de equipos de Operaciones de Separación

**Mª Isabel Aguilar***, Víctor Meseguer, Juan F. Ortuño

(*maguilar@um.es)

Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, Campus de Espinardo 30100, Murcia, España

**Palabras clave:** (simulación; separación; COCO; ChemSep; KG-TOWER).

## Resumen

En la actualidad es fundamental para un ingeniero químico conocer herramientas de cálculo y simulación que puedan servir para resolver de forma eficaz un determinado problema. Actualmente hay más de 50 simuladores de procesos disponibles, entre los que cabe destacar Aspen y CHEMCAD. Estos últimos tienen un elevado coste de adquisición, por lo que resulta de gran interés disponer de herramientas de libre distribución que puedan ser utilizadas por los estudiantes fuera del entorno universitario.

En este trabajo se presenta las ventajas que aporta el uso combinado del simulador COCO (Cape Open to Cape Open) con las herramientas ChemSep y KG-TOWER, todos ellos disponibles de forma gratuita.

El simulador COCO es un software gratuito y de libre distribución desarrollado y mantenido por AmsterCHEM [1]. Es compatible con CAPE OPEN (Computer-Aided Process Engineering), conjunto de estándares que permite la comunicación entre diversas herramientas y aplicaciones de software de ingeniería química.

Integra varias aplicaciones: un entorno para diagramas de flujo de proceso (COFE), un paquete de unidades de operaciones unitarias (COUSCOUS), bases de datos de propiedades termodinámicas (TEA) y una aplicación que permite especificar diversas cinéticas de reacción o de equilibrio, así como reactores simples (CORN).

COCO es compatible con ChemSep [2] y permite insertar unidades desde dicho programa, aprovechando las ventajas que ofrece este último. ChemSep realiza la simulación y análisis de unidades individuales de separación (columnas de destilación, absorción, etc.), con un análisis más detallado. La integración de los resultados obtenidos con ChemSep en un proceso global se logra combinándolo con COCO.

Una vez realizada la simulación con éxito, ChemSep presenta una serie de pestañas que muestran los resultados mediante una gran variedad de tablas y gráficos, entre ellos el del método de McCabe-Thiele. Dichos resultados se pueden exportar a una hoja de cálculo. Además, en el simulador ChemSep es posible realizar un análisis simplificado de una columna de rectificación aplicando el método de Fenske-Underwood-Gilliland (método FUG). Por otra parte, ChemSep permite estimar los principales parámetros para el diseño de columnas de contacto vapor-líquido tanto de platos (de campanas de borboteo, de orificio y de válvula) como de relleno (al azar y estructurado).

ChemSep también realiza una estimación sencilla de costes generales utilizando las correlaciones para columnas de platos de Economopoulous, 1978 [3], y las correlaciones de costes de Douglas [4].

Los resultados preliminares de diseño de columna proporcionados por ChemSep se pueden utilizar como valores iniciales en software de proveedores de columnas a nivel industrial. Estos programas permiten un diseño más detallado y con elementos internos ya disponibles comercialmente. Por ejemplo, ChemSep permite la exportación directa de los resultados obtenidos al software KG-TOWER, de Koch-Glitsch [5].

La combinación de estos tres programas se ha aplicado al diseño preliminar de diversos procesos de separación tales como separación de mezclas benceno-tolueno-xileno, recuperación de dimetilformamida de una corriente acuosa, etc.

## Referencias

[1] COCO. COCO-the CAPE-OPEN to CAPE-OPEN simulator https://www.cocosimulator.org/ (accessed 2022-04-11).
[2] Kooijman, H. A.; Taylor, R. ChemSep: Program - Overview http://www.chemsep.com/ (accessed 2021-02-08).
[3] Economopoulos, A. P. Computer Design of Sieve Trays and Tray Columns. *Chem. Eng. (New York)* **1978**, *85* (27), 109-120.
[4] Kooijman, H. A.; Taylor, R. *The ChemSep Book Second Edition*; 2000.
[5] Koch-Glitsch. Koch-Glitsch https://www.koch-glitsch.com/ (accessed 202-02-08).

# Uso de herramientas del Aula Virtual de la Universidad de Murcia en la enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería Química

**Mª Isabel Aguilar**[*], Mercedes Lloréns, Antonia Baeza, Juan F. Ortuño, Antonio López-Cabanes, Víctor F. Meseguer, Claudia Montiel.

([*]maguilar@um.es)

[1] Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, Campus de Espinardo 30100, Murcia, España

**Palabras clave:** aula virtual; ingeniería química; contenido multimedia; cuestionarios interactivos.

## Resumen

El Aula Virtual de la Universidad de Murcia ha ido incorporando a lo largo de los años numerosas herramientas muy útiles para facilitar la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes[1]. Entre ellas se puede destacar las herramientas "*Contenidos*", "*Tareas*" y "*Exámenes*". Todas ellas están siendo de gran utilidad para abordar muchas de las asignaturas del área de Ingeniería Química.

La herramienta ***"CONTENIDOS"*** se puede estructurar como portal de acceso a los diversos materiales digitales educativos: presentaciones multimedia con los contenidos básicos de los distintos temas de las asignaturas y que se pueden combinar con cuestionarios interactivos. Por ejemplo, permite integrar cuestionarios confeccionados con wooclap; videotutoriales o video quiz; material en formato gamificado para que los estudiantes, a través del juego interactivo, puedan adquirir y reforzar competencias (por ejemplo, juegos de pasapalabra con los conceptos de glosario de cada materia, wordle, con palabras relacionadas con la terminología de la disciplina). Los distintos recursos se pueden utilizar tanto de forma asíncrona (el estudiante va construyendo su propio proceso de aprendizaje) como síncrona, durante el desarrollo de las clases presenciales. Esta herramienta se ha aplicado con éxito en asignaturas del Grado de Ingeniería Química como: *Mecánica y Flujo de Fluidos*, *Termodinámica Aplicada, Operaciones de Separación, Ampliación de Tecnología del Medioambiente* y del Máster en Ingeniería Química: *Ampliación de Operaciones de Separación, Tratamiento de Efluentes Industriales y Diseño Avanzado de Equipos de Transmisión de Calor*.

La herramienta ***"TAREAS"*** permite al profesor plantear a los alumnos casos prácticos, ejercicios de cálculo, preguntas de desarrollo y cualquier tipo de actividad procedente de las distintas herramientas TIC a las que se ha facilitado el acceso desde el editor de contenidos WYSIWYG del aula virtual de la Universidad de Murcia. Esta herramienta permite una comunicación muy fluida profesor/alumno, así como establecer fechas límite de entrega y facilitar reenvío de tareas mientras no finalice el plazo. Es una de las herramientas más utilizadas entre las asignaturas del Grado en Ingeniería Química.

La herramienta ***"EXÁMENES"*** es muy versátil ya que incorpora numerosos tipos de preguntas que pueden utilizarse para la realización de exámenes online y ejercicios que permitan afianzar las enseñanzas transmitidas. Entre los tipos de preguntas se puede citar: preguntas de respuesta múltiple, de verdadero y falso, de relacionar, imágenes interactivas, pregunta calculada, de rellenar huecos, etc. Especialmente interesante es la pregunta calculada, que permite plantear a los alumnos ejercicios de cálculo, de tal manera que cada alumno tiene unos datos de partida diferentes y por tanto una solución diferente. Los valores de las variables se pueden acotar dentro de un rango donde, además, se puede fijar la variación de dicha variable. También incluye la posibilidad de establecer un porcentaje de error en la solución del ejercicio. La corrección de la pregunta es automática. Este tipo de preguntas se ha aplicado en las asignaturas: *Mecánica y Flujo de Fluidos, Operaciones de Separación, Termodinámica Aplicada, Tecnología del Medio Ambiente*. La imagen interactiva también es de utilidad para que los alumnos identifiquen equipos, corrientes, etc. en un diagrama de proceso de una industria, en una EDAR, etc.

La utilización de las herramientas mencionadas ha favorecido la dinamización de las clases y la participación de los estudiantes durante las mismas y fomentado la adquisición de competencias de las distintas asignaturas del área de Ingeniería Química.

*Agradecimientos*: Estas acciones se han desarrollado dentro del proyecto *"Aplicación de las herramientas del aula virtual para la mejora de la docencia en Ingeniería de Procesos"* concedido en la convocatoria de la Universidad de Murcia para promover proyectos y acciones de innovación y mejora para el curso 2021/2022

## Referencias

[1] ATICA (Universidad de Murcia) Guía herramientas TIC para Docencia - ATICA. Available online: https://www.um.es/en/web/atica/docenciadigital (accessed on Apr 22, 2022).

# Implantación de TIC en la docencia de teoría e influencia sobre las calificaciones

**Enrique Romero**[*], Jesús Ceamanos, Lucía García

([*]eromero@unizar.es)

Universidad de Zaragoza, Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, María de Luna 3, Zaragoza 50.018, España

**Palabras clave:** TIC; Socrative; Moodle; evaluación; notas.

## Resumen

Uno de los aspectos más importantes de la aplicación de las nuevas tecnologías a la docencia es la evaluación de su influencia sobre los resultados académicos de los estudiantes. Durante los cursos 2018-2019 y 2019-2020 se llevó a cabo un estudio utilizando de forma combinada dos interesantes herramientas TIC, Moodle y Socrative, para mejorar la docencia de la parte de teoría en la asignatura Procesos Químicos Industriales, que se imparte en tres grupos del tercer curso de la titulación de Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. En general, los alumnos se muestran poco motivados ante la docencia teórica clásica a través de la clase magistral. Con el objetivo general de mejorar la atención y el aprovechamiento académico por parte de los alumnos, se aplicó rotativamente Moodle, Socrative y docencia tradicional sin TIC en los 3 bloques de temas de teoría, en cada uno de los grupos. Cada alumno realizó 3 tests con Socrative al final de sendas clases magistrales, así como un cuestionario con Moodle al final de uno de los bloques. El propósito de usar Socrative fue mejorar la atención y la participación durante la clase y el objetivo de usar Moodle fue impulsar el estudio y la comprensión de algunos de los temas.

En 2018-2019 no se observó un efecto estadísticamente significativo de la aplicación de las herramientas mencionadas en las notas finales de teoría [1]. Sin embargo, sí se detectó (a partir de las calificaciones y del Índice de Facilidad ó *Facility* Index, FI) que los alumnos habían estudiado con mayor profundidad los primeros temas, dejando los últimos menos atendidos. En el curso 2019-2020 se continuó con el mismo estudio, analizando además el efecto del cambio del tipo de docencia (a no presencial) debido a la enfermedad covid-19 en las notas finales.

Los resultados de 2019-2020 muestran que no existe un efecto de la aplicación de las tecnologías en las notas del examen estadísticamente significativo ($p>0,05$) (Tabla 1). Es de destacar que no se detectó una diferencia de intensidad de estudio entre los diferentes bloques de temas, como sí ocurrió en el año anterior. De este estudio se deduce que el uso de los tests con Socrative y Moodle, tal y como se implementaron, no afectó a las notas de teoría. Un aspecto detectado y que podría afectar a este resultado es que se haya realizado un número insuficiente de test, como consecuencia de la rotación programada. Además, al final de curso se realizó una encuesta de opinión a los alumnos acerca del uso de las herramientas, mostrando un efecto positivo en la participación de los mismos en clase y un mayor interés por la asignatura.

La comparación de las notas de teoría entre los dos cursos no mostró diferencias significativas (Tabla 1), indicando que el cambio de docencia por la covid-19 no tuvo una repercusión significativa en la calidad de la docencia de teoría, el estudio de los alumnos y la evaluación de su desempeño. No obstante, los alumnos mostraron una demanda de mejora de las metodologías y medios didácticos para la docencia no presencial [2].

**Tabla 1.** Resultados estadísticos de test ANOVA: (1) comparando las notas (por bloques de temas) en función de la herramienta, (2) comparando las notas de los cursos 2018-2019 y 2019-2020.

| No. test | F | Numerador df | Denominador df | p |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,712 | 2 | 66 | 0,074 |
| 2 | 2,265 | 1 | 268 | 0,133 |

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Política Académica de la Universidad de Zaragoza la concesión de los Proyectos de Innovación Docente PIIDUZ_19_327 y PIIDUZ_21_429.

## Referencias

[1] Romero, E.; García, L.; Ceamanos, J. Moodle and Socrative quizzes as formative aids on theory teaching in a chemical engineering subject. Edu. Chem. Eng. 2021, 36, 54-64.

[2] García, L.; Romero, E.; Ceamanos, J.; Lázaro, L. Analysis of two ICT tools, Moodle and Socrative, in Higher Education on students´ academic results. Proc. of the INTED2021, 2021, pp. 3131-3137.

# Critical assessment of virtual teaching strategies associated with the COVID-19 pandemic in the chemical engineering area in the University of Valencia

**Marta Izquierdo*, Antonio Jiménez, F. Javier Álvarez-Hornos, Amparo Cháfer, Ramón Fernández-Domene, Juan B. Giménez, Rita Sánchez-Tovar, José D. Badia, Pau San-Valero**

(*marta.izquierdo-sanchis@uv.es)

Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Química y Medioambiental (IDIQMA). Departamento de Ingeniería Química. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universitat de València (UV). Avinguda de la Universitat s/n 46100 Burjassot, València.

**Keywords:** Chemical engineering; Meaningful learning; Innovation; Virtual teaching; Virtual tools.

## Abstract

Teaching during the academic years 2019/2020 and 2020/21 was developed totally or partially in the virtual environment due to the health situation associated with the COVID-19 pandemic., which resulted in an intensive search for efficient strategies and resources to promote meaningful learning. IDIQMA group of the UV executed the educational innovation project VirtualChEng whose objective was to identify the most efficient strategies for the virtual teaching-learning experience on Chemical Engineering area, characterized by activities of a diverse and complex nature.

Methodology. Two surveys were specifically designed to gather opinion of students and lecturers on the virtual teaching-learning process on the academic years 2019-2020 and 2020-2021. In the 2019-2020 survey, students were asked to rate in a Likert Scale about (i) the modes of fully virtual teaching (synchronous, synchronous followed by the recorded lecture in the e-platform, or asynchronous) regarding the usefulness, the convenientness, the lecturer-student interaction, and the organization of study/free time, (ii) the e-platforms (Blackboard collaborate, Microsoft Teams, Zoom, etc.), (iii) the e-resources (recorded slides, lecture notes, videos, etc.), (iv) the individual online tutorials, and (v) the virtual modes and e-platform for the assessment (continuous evaluation, examination in official date, etc.). The content of the 2020-2021 survey was very similar, but the questions were adapted to the different teaching-learning methodologies used (face-to-face, virtual teaching or hybrid teaching).

Results. A total of 89 responses from course 2019-2020 and 270 responses from course 2020-2021 were collected from students of 4 different degrees and 2 master's degrees. In addition, 30 lecturers from the Department of Chemical Engineering responded to the survey. The results analysis of the fully virtual teaching experienced during the second semester of 2019/2020 highlighted that synchronous lecture in the official schedule was so far the preferred option when the recorded lecture was shared in the e-platform afterwards. The major problem encountered during this period was the excessive workload and the lack of motivation. The analysis of the data from 2020-2021 showed that the teaching model preferred by both students and teaching staff corresponds to the total face-to-face model, compared to the virtual and hybrid model. Students rated in the second position the mode in which they can freely choose between attending lectures in person or online, from the perspective of usefulness, comfort, ease of organizing their time, and interaction with lectures. However, this last mode of teaching received a very low grade from the lecturers. For the fully virtual teaching, teaching staff choose synchronous lectures as the preferred methodology while students reaffirmed their preference with synchronous lectures recorded and shared afterwards. It is noticeable that results indicated that only few lecturers would share their recorded lectures. Among the different e-platforms, Microsoft Teams received the highest score. The e-resources preferred by the students were videos and documents with problem solving, slides with didactic explanations and lecture notes. Regarding the assessment in virtual mode, both students and lecturers agreed to positively assess the mode based on continuous evaluation and examination on the official date.

**Acknowledgements.** The authors acknowledge the Vice-Principal for Employment and Training Services for the project VirtualChEng (UV-SFPIE_PID20-1354140) and P-Balance (UV-SFPIE_PID-1639241). The authors are also thankful for the institutional and economic support of the Department of Chemical Engineering and the ETSE-UV.

# Implementación de la dinámica de fluidos computacional como nueva estrategia de aprendizaje en las titulaciones de Ingeniería Química de la UAM

**Asunción Quintanilla**[*], Elena Díaz, Angel F. Mohedano, Miguel Angel Gilarranz, Luisa Calvo, Montserrat Tobajas, Pablo López, Elisa Hernández, Rubén Santiago, Cristian Moya, Adrián Marí, José Palomar

([*]asun.quintanilla@uam.es)

[1] Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Cantoblanco, 28049 Madrid, España

**Palabras clave:** dinámica de fluidos computacional; aplicaciones informáticas; competencias digitales; metodologías activas; elaboración de material docente.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en las titulaciones de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) mediante la introducción de una nueva herramienta de aprendizaje en el currículo formativo del Ingeniero Químico, como es un software de simulación de dinámica de fluidos computacional, en particular, COMSOL Multiphysics v5.5.

Se trata de un objetivo ambicioso en el que estamos involucrados 7 profesores y 4 docentes e investigadores en formación (PDIF) del departamento de Ingeniería Química de la UAM e implica de forma directa a más de 300 estudiantes. La Figura 1 muestra las tareas de trabajo desarrolladas desde el curso 2020/21 en el que comenzamos este proyecto. Durante este tiempo, los docentes y PDIF nos hemos familiarizado con el software, elaborado una estrategia conjunta de implementación progresiva del mismo en 6 asignaturas (desde 2º curso de Grado hasta Máster en Ingeniería Química), elaborado nuevo material docente de diferente dificultad atendiendo al grado de implementación en cada asignatura (*viz.* presentaciones de apoyo a clases magistrales, videos tutoriales de manejo del software, guía rápida de manejo del software, 32 casos de estudio, 32 simulaciones y aplicaciones, además de enunciados, instrucciones de trabajo, rúbricas de evaluación, cuestionarios de evaluación y encuestas de valoración), y finalmente hemos llevado al aula el software. Actualmente estamos valorando la percepción de los estudiantes (y docentes) sobre el manejo del mismo, y su impacto en el aprendizaje. Este trabajo nos ha permitido, a docentes y PDIF, adquirir nuevas competencias digitales y fortalecer el método enseñanza-aprendizaje basado en competencias.

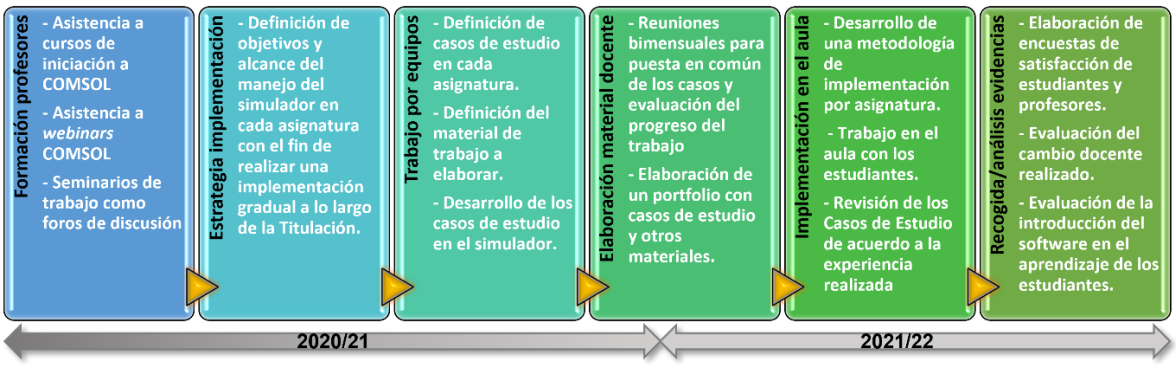



Figura 1. Tareas desarrolladas para la implementación del software COMSOL Multiphysics v5.5

Los beneficios que se espera que aporte la implementación de esta nueva herramienta a nuestros estudiantes son (i) mejora del aprendizaje: al contribuir al entendimiento de las ecuaciones de conservación y su resolución, al permitir la visualización de movimiento de fluido, flujos de calor y de materia en diferentes dispositivos (reactores, tuberías, tanques agitados, toberas, etc.), y al poder realizar estudios de sensibilidad de forma rápida en sistemas reales (o menos simplificados), (ii) mejora del grado de motivación y su compromiso en la construcción de su propio proceso formativo, (iii) adquisición de nuevas habilidades para el uso de simuladores profesionales, cada vez más demandados en el sector industrial y (iv) mejora de su empleabilidad en el mercado laboral.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Madrid los fondos obtenidos mediante la concesión de los Proyectos de Innovación Docente C_020.20_INN y C_011.21_IMP.

# "Metodología para la transformación de prácticas de laboratorio a modalidad no presencial más allá de la simulación"

**M. Concepción Monte**[*], Ana Balea, Elena de la Fuente, Antonio Tijero, José Luis Sánchez-Salvador, Borja Ojembarrena, Ángeles Blanco, Carlos Negro

([*]cmonte@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España

**Palabras clave:** (enseñanza virtual; prácticas virtuales; docencia online).

## Resumen

El objetivo del trabajo es el desarrollo de una guía metodológica que permite la transformación de prácticas de laboratorio de asignaturas de cualquier titulación, ya sea de grado o de máster, realizadas tradicionalmente de manera presencial en prácticas virtuales que pueden ser utilizadas en:

- circunstancias excepcionales que lo requieran (pandemias, confinamientos…) o en cualquier otra circunstancia de causa mayor que impida realizar presencialmente las prácticas (**modalidad no presencial**).
- un curso normal de forma complementaria a las prácticas presenciales como introducción y apoyo a las mismas (**modalidad presencial**).

La guía metodológica incluye las siguientes etapas:

1. Estudio y análisis de las prácticas de laboratorio que van a ser virtualizadas.
2. Elaboración de cuestionarios de conocimientos previos de conocimientos y de la metodología de la práctica.
3. Elaboración de videos explicativos de las prácticas de laboratorio.
4. Elaboración de videotutoriales para la explicación de los cálculos.
5. Elaboración de material docente de apoyo.
6. Difusión del material desarrollado a través del Campus Virtual de la asignatura.

A modo de ejemplo, se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología a 4 prácticas de la asignatura de Ingeniería Alimentaria de tercer curso del Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en modalidad presencial y no presencial: *Sedimentación*, *Coagulación-Floculación*, *Secado* y *Filtración* (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados de la aplicación de la metodología a 4 prácticas de laboratorio

| Práctica | Cuestionario previo | Video (modalidad presencial) | Video (modalidad no presencial) | Videotutorial de cálculos | Material de apoyo |
|---|---|---|---|---|---|
| Sedimentación | ✓ | https://youtu.be/kCEcf7Gd-Z0 | https://youtu.be/bNBAAitYV5Q | https://youtu.be/QhVhLK4KWOU | Presentación PowerPoint. Tutorial de cálculos. |
| Coagulación-Floculación | ✓ | https://youtu.be/HyLadcvMtJA | https://youtu.be/GbJBzgy3laQ | *NO PROCEDE* | Presentación PowerPoint. |
| Secado | ✓ | https://youtu.be/wNRRZqIkc60 | https://youtu.be/uIjRZ00jSCk | https://youtu.be/RqGQ3qTiTD0 | Presentación PowerPoint. Tutorial de cálculos. |
| Filtración | ✓ | https://youtu.be/GBOUeISyHtc | https://youtu.be/WkhJzN8fqzQ | https://youtu.be/6UQO4sIvn34 | Presentación PowerPoint. Tutorial de cálculos. |

El material desarrollado para la **modalidad presencial** se ha utilizado como herramienta para complementar las prácticas presenciales de la asignatura desde el curso 2020/2021. Además, el material desarrollado ha sido evaluado por los estudiantes de la asignatura mediante una encuesta, con una valoración media tanto de los aspectos técnicos como de los pedagógicos de 4 sobre 5.

**Agradecimientos:** Proyecto de Innovación Nº 100 (Convocatoria 2020-2021). Vicerrectorado de Calidad. Universidad Complutense de Madrid.

# Explorando el uso de prácticas de laboratorio virtuales en las asignaturas de Operaciones Básicas del Grado en Ciencia y Tecnología de Alimentos

**Eva Epelde**[1,*], Ainara Ateka[1], Zuria Tabernilla[1], Onintze Parra[1], Juan F. Saldarriaga[2]

(*eva.epelde@ehu.eus)

[1]Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Departamento de Ingeniería Química, Apartado 644, 48080, Bilbao, España

[2] Universidad de Los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Carrera 1 Este #19A-40, 111711, Bogotá, Colombia

**Palabras clave:** operaciones básicas; tecnología de alimentos; laboratorios virtuales; simulación; TICs

## Resumen

Las prácticas de laboratorio (PL) es una de las modalidades docente clave para profundizar en los fundamentos de las diferentes operaciones básicas y/o unitarias que componen la industria alimentaria. En ese sentido, en el Grado en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la UPV/EHU, se imparten dos asignaturas en dos cursos consecutivos (2º y 3º curso) con la siguiente dedicación a la modalidad PL: Operaciones Básicas I: 20 h presenciales (P)+30 no presenciales (NP), y, Operaciones Básicas II: 15 h P+ 10 h NP. Debido a la escasa infraestructura docente, a la delicada manipulación de ciertos equipos, así como al tiempo establecido para la modalidad PL, las prácticas virtuales se presentan como un complemento a las prácticas presenciales, que permiten [1]: (1) realizar más prácticas relacionadas con las asignaturas; (2) optimizar el uso de recursos, (3) repetitividad y multiplicidad de experimentos simultáneos, y (4) formar al alumnado en el uso de las TICs. El empleo de software informáticos permite recrear el comportamiento de diferentes plantas industriales mediante simulación, donde el alumnado puede participar activamente en los experimentos virtuales, resolver problemas e interactuar con la interfaz [2]. Como un primer acercamiento, en ambas asignaturas se han propuesto diversas prácticas virtuales elaboradas por el Prof. R.P. Singh, disponibles en su página web [3]. Cada una de las prácticas consta de los siguientes apartados: (i) objetivos y resultados de aprendizaje; (ii) sistemas industriales y/o plantas piloto a simular; (iii) procedimiento; (iv) fundamento teórico; (v) interfaz para realizar los experimentos virtuales, donde se puede simular el efecto de las distintas variables que participen en el proceso; (vi) tratamiento de datos; (vii) discusión, donde se plantean preguntas para fomentar el pensamiento crítico y poner a prueba lo aprendido; (viii) referencias y recursos utilizados. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se muestra la interfaz de las prácticas relacionadas con un calentador industrial de leche (a) y la ultracongelación de alimentos (b). El empleo combinado de ambos tipos de prácticas ha permitido incorporar 10 prácticas virtuales a las 14 ya existentes, lo cual ha contribuido favorablemente a una mejor comprensión de las diferentes operaciones unitarias, habiendo tenido una buena acogida por parte del alumnado y de fácil integración para la consecución de los resultados de aprendizaje de ambas asignaturas.

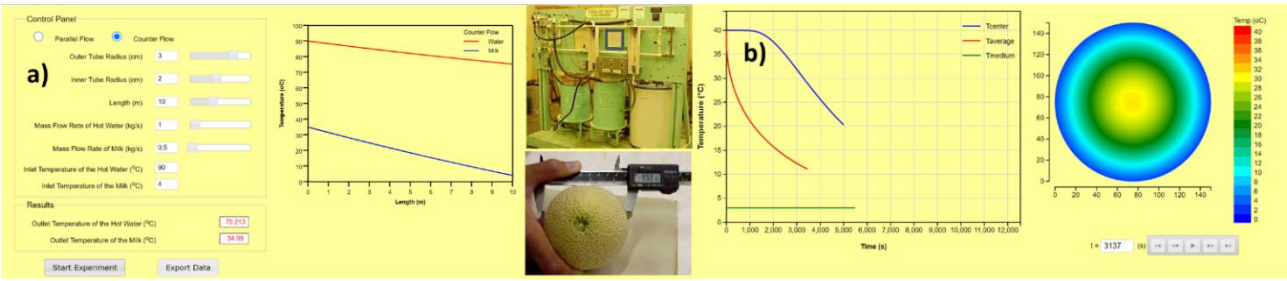



**Figura 1**. Entorno virtual para la manipulación de variables: (a) calentador industrial de leche; (b) ultracongelación de alimentos [3].

## Referencias

[1] Calvo, I.u; Zulueta, E.; Gangoiti, U.; López, J.M. Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. E-revista de Didáctica. 2008, 3,1-21.

[2] Seifan, M.; Robertson, N.; Berenjian, A. Use of virtual learning to increase key laboratory skills and essential non-cognitive characteristics. Educ. Chem. Eng. 2020, 33, 66-75.

[3] Singh, R.P. Virtual experiments in Food Processing (2º ed.). 2013. Disponible en: shorturl.at/cjtxX.

# Montando un estudio de grabación en mi salón: todo sea por la docencia

**Consuelo Pizarro** [1,*]

(*pizarroconsuelo@uniovi.es)

[1] Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Facultad de Química, Av. Julián Clavería, 8, Oviedo, España

**Palabras clave:** (videotutoriales; aprendizaje activo; TIC).

## Resumen

El creciente desinterés por los estudios STEM [1] y la repetición de los alumnos de errores similares en las mismas asignaturas curso tras curso, fueron las principales causas que motivaron al ponente, con más de una década de docencia en los Grados de Química, Ingeniería Química e Ingeniería Química Industrial, a probar nuevos métodos y elaborar materiales en los que se pretende presentar algunos de los contenidos de sus asignaturas de una forma diferente, más amena y fácil de entender. La mayoría de estudiantes de hoy en día son nativos digitales [2] y dominan el manejo de las nuevas tecnologías (utilizan Internet de forma habitual para buscar información, compartir vídeos, relacionarse en redes sociales…), por lo que parece razonable pensar que la utilización de videotutoriales puede ser una buena forma de llamar su atención.

Aunque en Internet existe una gran diversidad de recursos didácticos se necesitaba disponer de materiales originales específicos. Con esa finalidad se grabaron varios vídeos utilizando términos cercanos y explicaciones sencillas, incidiendo en los conceptos teóricos, diagramas y resolución de problemas que, según la experiencia del profesor, suelen resultar más difíciles de entender. El proceso de elaboración de estos videotutoriales supuso la adquisición de toda una serie de conocimientos y materiales audiovisuales que llevaron a la creación de un estudio de grabación doméstico. Cada uno de estos videos implicó un intenso trabajo previo de selección de contenidos, elaboración de guiones y materiales gráficos, ensayos… Las primeras grabaciones se realizaron con un Smartphone, pero pronto se fueron añadiendo otros elementos que simplificaron el proceso y mejoraron la calidad de la imagen y el sonido (webcam, iluminación, micrófono e incluso un fondo croma). Se procesaron con las aplicaciones libres *OBS Studio* y *OpenShot Video Editor* y, una vez finalizada su edición, se compartieron con los estudiantes en un canal privado de YouTube.

Para verificar que los alumnos visionaron los videos y relacionarlo con los resultados académicos obtenidos se utilizaron la herramienta estadística facilitada por la plataforma YouTube y cuestionarios elaborados con Google Forms. Estos cuestionarios anónimos permitieron analizar el grado de satisfacción de los alumnos y recabar información sobre posibles mejoras. Las respuestas de los alumnos fueron favorables, encontrando la utilización de videotutoriales muy útil para preparar la materia, sugiriendo incluso su uso en otras asignaturas.

Se grabaron un total de 46 videotutoriales para las asignaturas de Ingeniería Química (2ºcurso), Operaciones Básicas II (3er curso), Experimentación en Química y Tecnología Química (3er curso) y Química Industrial (4ºcurso). Los objetivos que se persiguieron fueron la creación de material didáctico accesible para los alumnos en cualquier momento y desde cualquier dispositivo, la modernización de la metodología clásica fomentando el uso de las TIC, el desarrollo de la capacidad de trabajo y formación autónoma y el fomento de la participación más activa de los alumnos en el proceso de formación.

El uso de videotutoriales no solo fue una experiencia bien acogida por los alumnos, la realización y visionado de los videos también propició un autoanálisis del profesor, que le permitió mejorar en la preparación y exposición de los contenidos en clase. Por otra parte, los medios y la experiencia adquirida permitieron una transición más sencilla a la formación no presencial obligatoria durante la pandemia.

## Referencias

[1] www.oecd.org/fr/science/encouraging-student-interest-in-science-and-technology-studies-9789264040892-en.htm

[2] Margaryana A., Littlejohna A., Vojt, G. Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies, 2011, Computers & Education, Vol. 56 (2), 429–440.

## Agradecimientos

La autora agradece a la Universidad de Oviedo la concesión del Proyecto de Innovación Docente 2019 (PINN-19-A-092).

# Aprender haciendo con la herramienta metodológica Análisis de Ciclo de Vida: estudios de ACV con empresas

**Marta Rumayor,** María Margallo*, Jorge Cristobal, Javier Pinedo, Jonathan Albo

(*margallom@unican.es)

Universidad de Cantabria, Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, Avda. de los Castros, 46, 39005 Santander, Cantabria, España

**Palabras clave:** aprender haciendo; learning-by-doing; análisis de ciclo de vida.

## Resumen

En el área de la Ingeniería Química, las estrategias de "Aprender haciendo" (Learning-by-Doing o LbD) se presentan como complemento a la docencia más tradicional. La aplicación del LbD en el área ingenieril suele enfocarse en la construcción de un prototipo físico, algo tangible como resultado de un proyecto [1, 2]. Sin embargo, hay áreas de conocimiento, como el análisis de ciclo de vida (ACV) o *Life Cycle Assessment* en inglés, que por sus características intrínsecas no siempre pueden asociarse a la construcción de un prototipo. La herramienta metodológica de ACV consiste en la recopilación de las entradas y salidas, así como en la evaluación del potencial impacto ambiental asociado a un sistema o producto a lo largo de su ciclo de vida. Esta metodología consta de 4 etapas básicas: 1) la definición del alcance y objetivo, 2) el inventario de ciclo de vida (ICV), 3) la evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV), y 4) la interpretación [3].

En esta propuesta, el equipo docente de la asignatura *Life Cycle Assessment* del cuarto curso del grado en Ingeniería Química de la Universidad de Cantabria (UC) recoge el guante de experiencias previas en otras universidades aplicado la estrategia LbD, para tratar de mejorar la satisfacción de los alumnos con la asignatura y mejorar el nivel de competencias en su módulo práctico de 3,0 créditos ECTS. Este estudio, que forma parte de la V Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente del Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado de la UC, tiene como objetivo convertir a los alumnos de grado en especialistas en la aplicación de esta metodología a nivel práctico

Desde la implantación de la asignatura en el grado, se han realizado casos de estudio basados en el background científico del equipo docente. Ello tenía como elemento positivo la posibilidad de guiar sin mayor problema a los alumnos en la recopilación datos del ICV. Como elemento negativo, es posible afirmar que los alumnos no tenían que extender competencias relacionadas con la búsqueda de información o la resolución de problemas, ya que fundamentalmente la recopilación de datos consistía en un filtrado de la información existente. Gracias a este Proyecto, los alumnos han sido capaces de obtener un inventario de datos referente a empresas reales y han presentado las evaluaciones en un informe de acuerdo a la norma ISO 14040. La innovación docente ha permitido que el alumnado adquiera ciertas competencias que se asemejan a las competencias que tendría un especialista técnico, al sustituir el proceso clásico de obtención de datos de fuentes convencionales como libros o artículos científicos por la realización de inventarios procedentes de una empresa real (interacción humana). Además, la presentación de los resultados ha pasado del sistema tradicional (frente al docente) a su defensa frente a un representante de la empresa lo que ha propiciado el intercambio de ideas entre los alumnos y el sector industrial.

## Referencias

[1] M. Margallo, A. Dominguez-Ramos, R. Aldaco, Incorporating life cycle assessment and ecodesign tools for green chemical engineering: A case study of competences and learning outcomes assessment, Educ. Chem. Eng. 26 (2019) 89–96. doi:10.1016/j.ece.2018.08.002.

[2] A. Dominguez-Ramos, M. Alvarez-Guerra, G. Diaz-Sainz, R. Ibañez, A. Irabien, Learning-by-Doing: The Chem-E-Car Competition in the University of Cantabria as case study, Educ. Chem. Eng. 26 (2019) 14–23. doi:10.1016/j.ece.2018.11.004.

[3] International Organization for Standardization, ISO 14040: Environmental management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework, 2006. doi:10.1002/jtr.

# Laboratorio virtual de procesos de la industria química

Borja Hernández[1], Antonio Sánchez[2], Edgar Martín Hernández[2], Manuel Taifouris[2], Guillermo Galán[2], Carlos Prieto[2], **Mariano Martín**[2,*]

([*]mariano.m3@usal.es)

[1] Delaware University, Departament of Chemical and Biomolecular Engineering, 150 Academy Street, Colburn Laboratory, Newark, DE 19716

[2] Universidad de Salamanca, Departamento de Ingeniería Química y Textil, Fac. Ciencias Químicas, 1-Plz. De los Caídos 1-5, 37008, Salamanca, España

**Palabras clave:** Laboratorio Virtual, Python, Gemelos Virtuales

## Resumen

La pandemia propiciada por el virus SARS-CoV-2 así como las restricciones sanitarias llevadas a cabo para contenerla ha empujado a un proceso de digitalización de las actividades docentes tradicionales, trasladando la enseñanza tradicional a aulas virtuales desarrolladas en plataformas o herramientas digitales tales como Google Meet, Zoom, etc. Sin embargo, aquella docencia que exige una prespecialidad, como el caso de las actividades desarrolladas en los laboratorios y centros afines, son difícilmente sustituibles por una versión virtual. Ya hay algunos trabajos disponibles en las disciplinas de transferencia de calor y fluidos [1], en transferencia de masa [2] e ingeniería de reactores [3]. Sin embargo, son herramientas cerradas al instructor, que permiten solo pequeñas adaptaciones por parte del profesorado encargado.

Por ello, este proyecto docente se ha centrado en el desarrollo de una herramienta basada en software abierto (Python) que integra un conjunto de modelos de tipo termodinámico, cinético, de equilibrio de fases, y de los primeros principios tales como balances de materia y energía, para simular las actividades realizadas en los laboratorios de Ingeniería Química.

Se presenta una herramienta totalmente funcional con gemelos virtuales de 10 prácticas diferentes integrando 5 temáticas básicas de la Ingeniería Química, mecánica de fluidos, tranmsisión de calor, operaciones de separacion (destilación discontínua), trasnferecia de calor y masa (columna de humidificación), reactores y cinética así como ciclos térmicos (Rankine y Brayton). Con ellos, el alumno puede obtener datos y utilizarlos para el análisis de las unidades permitiendo la modificación de los parámetros fundamentales y obteniendo resultados, los cuales simulan también el error experimental que los alumnos pudieran tener a la hora de la realización física de la práctica. El menú principal y tres ejemplos para de la interfaz gráfica de la aplicación se muestran en la Figura 1.

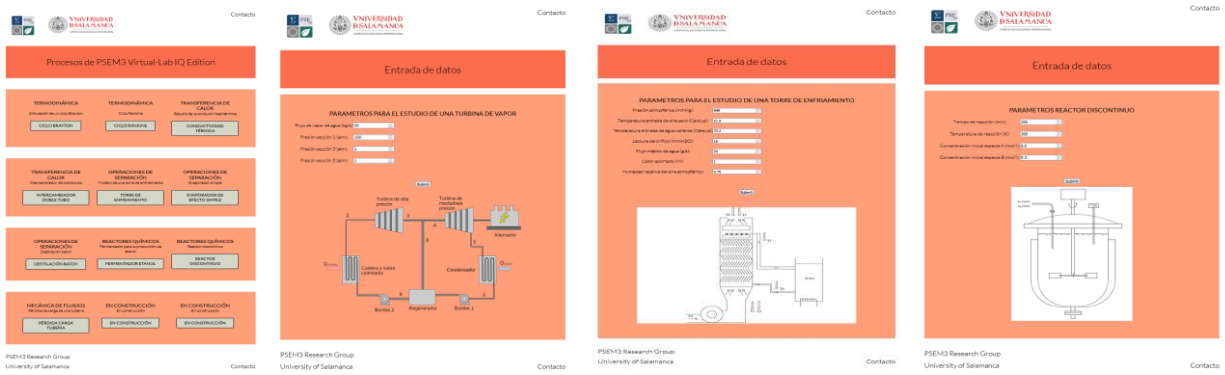



**Figura 1**. Menú principal e interfaz gráfica de diferentes procesos incluidos en la herramienta propuesta

## Referencias

[1] Indian Institute of Technology Guwahati. (2022) Chemical Engineering Virtual Labs. URL: http://ce-iitb.vlabs.ac.in/
[2] Indian Institute Of Technology Guwahati. (2022). Shakshat Virtual Lab. URL: http://vmt-iitg.vlabs.ac.in/
[3] University of Colorado Boulder. (2022). LearnChemE, Virtual Laboratories. URL: https://learncheme.com/virtual-laboratories/

# PODLABS: Implementación de cápsulas informativas multimedia como herramienta de soporte a las prácticas experimentales de los laboratorios docentes de ingeniería química

**María Eugenia Suárez-Ojeda**[1,*], Adriana Artola, Paqui Blánquez[1], Xavier Font[1], David Gabriel[1], Teresa Gea[1], Albert Guisasola[1], Montserrat Sarrà[1]

([*]mariaeugenia.suarez@uab.cat)

[1]Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, Escola d'Enginyeria- Edifici Q, c/ de les Sitges s/n, Campus Bellaterra, 08193 Barcelona

**Palabras clave:** Generación X; Generación Z; herramientas multimedia; Enriquecimiento de laboratorios clásicos con herramientas de apoyo virtual; cápsulas de aprendizaje.

## Resumen

La formación que deben recibir el alumnado de ingeniería química del presente debe basarse en la adquisición de competencias y así lo ha demostrado con creces la pandemia de COVID-19. Las asignaturas de carácter experimental "hands-on" son ideales para introducir de forma natural y progresiva las habilidades y capacidades que precisan los futuros ingenieros e ingenieras. Así, los Laboratorios de Ingeniería Química, tanto de grado como de máster, constituyen un marco ideal para consolidar los fundamentos teóricos adquiridos en materias obligatorias y optativas, familiarizarse con las técnicas y montajes experimentales y confrontar al alumnado con situaciones propias de la realidad profesional. Por otro lado, en cuanto a las competencias digitales, existe una dicotomía entre el alumnado "nativo digital" y profesorado "inmigrante digital". La generación "Z" (1994 a 2010) [1] creció en la sociedad de la información, acostumbrados a consumir información "anywhere, anytime, anyplace" y en red. El profesorado de la generación "Z" pertenecemos mayoritariamente a la generación "X" (1965 a 1980) [1] y somos una generación analógica que descubrió Internet en edad adulta y que la utiliza principalmente como fuente de información.

La comunicación que se presenta pretende dar respuesta, en parte, a la forma de aprender de los "nativos digitales", por lo que se ha diseñado un conjunto de pequeñas cápsulas de cinco minutos o menos en formato vídeo (podlabs) para diversas prácticas experimentales, que se pueden visualizar "anywhere, anytime, anyplace" sea en un teléfono móvil, tableta, ordenador, etc. desde Moodle de los laboratorios de prácticas o desde el canal YouTube propio. Así en estos vídeos, el alumnado puede visualizar el funcionamiento de los equipamientos, técnicas analíticas y medidas de seguridad que se encontrarán en los laboratorios de prácticas, familiarizándose de forma previa y optimizando así su tiempo presencial de laboratorio. Además de algún breve ejemplo de estas cápsulas, en esta comunicación también se presentarán los resultados de una encuesta aplicada en una muestra de más de 100 alumnos sobre el grado de aceptación de las cápsulas informativas. Por otra parte, también se presentará como el alumnado sigue una curva de aprendizaje en la elaboración de los informes. Así el formato y contenido de los informes es el mismo en las diferentes asignaturas prácticas y el modo de corrección va evolucionando con las asignaturas y madurez de. Por ejemplo, en las primeras prácticas, cada informe que se entrega se devuelve corregido, de forma que el estudiante tiene la posibilidad de mejorar en la siguiente entrega. En las siguientes asignaturas, se entrega un primer informe, que se devuelve corregido, mientras que el resto de los informes se van entregando a medida que avanza la asignatura, pero la devolución no se realiza hasta el final de esta.

La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto que no estamos preparados para ofrecer una docencia alternativa para este tipo de asignaturas, por lo tanto, en caso de no poder desarrollar la docencia en modo presencial, el material virtual permitiría al alumnado visualizar el funcionamiento del montaje práctico y, a partir de datos proporcionados por el profesorado, realizar todo el desarrollo de análisis de datos y la discusión de resultados posterior a la ejecución de la práctica. Por tanto, el material estará conceptualizado para adaptarse a los dos posibles escenarios: docencia presencial o virtual. Estos materiales, que en situación normal no sustituyen la práctica de laboratorio, sino que sirven de soporte a ésta, pueden consultarse cuantas veces sea necesario, fomentando el aprendizaje mediante prueba-error.

## Referencias

[1] Observatorio de Recursos Humanos. «En las empresas conviven: Veteranos, Baby Boomers, Generación X, Generación Y, Generación Z». Disponible en: https://generacciona.org/wp-content/uploads/2020/04/Estudio-Diagn%C3%B3stico-Diversidad-Generacional-An%C3%A1lisis-del-Talento-Intergeneracional-en-la-organizaciones-Obse.asd_.pdf. Consultado el 10 de mayo de 2022.

# Introducción de analíticas de aprendizaje en la asignatura de Ingeniería Química del grado de Química de la Universidad de Barcelona

Eliana Ramírez Rangel[1], Alexandra Plesu Popescu[1], **Jordi Bonet Ruiz**[*,1]

([*]bonet@ub.edu)

[1]Universidad de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química, C.\Martí i Franquès 1, 08028, Barcelona, España

**Palabras clave:** Learning Analytics; Moodle; aprendizaje personalizado; itinerarios de aprendizaje

## Resumen

La situación de pandemia mundial por COVID19 ha supuesto un cambio en la educación, obligándonos a replantear las estrategias educativas. Las restricciones impuestas en las universidades ante la crisis sanitaria han provocado que la educación evolucione hacia modelos híbridos o a distancia. Además, el alumnado perteneciente a la generación Z es la primera en tener la tecnología fácilmente disponible desde una edad temprana y la utiliza como una herramienta para adquirir habilidades y competencias. El uso de tecnologías, cómo las analíticas de aprendizaje, permite la medición y la creación de programas de aprendizaje adaptables al alumnado. Su uso también permite la identificación de estudiantes en riesgo mediante las intervenciones positivas dentro de su proceso de aprendizaje y proporciona sugerencias sobre materiales y actividades de aprendizaje, lo que permite una personalización de la metodología docente [1].

La asignatura seleccionada para la introducción de las Analíticas de Aprendizaje es "Ingeniería Química" del grado de Química de la UB durante el curso 2020-2021, asignatura de carácter obligatorio, teórica (6 ECTS). El semestre natural de impartición es el de otoño, pero se ofrece también en el semestre de primavera debido al gran número de estudiantes, la mayoría repetidores. Su principal característica es que muestran un alto grado de desmotivación y por lo tanto, este trabajo esta centrado en los grupos de primavera. La implementación empieza con la revisión de los objetivos de aprendizaje y el diseño de diferentes itinerarios de aprendizaje en función de sus resultados académicos, seguido por la selección de las actividades y los recursos disponibles en el Moodle que permiten hacer un seguimiento y una medición de su evolución. Las analíticas de aprendizaje se utilizan a nivel descriptivo y diagnóstico. Además, la funcionalidad de Moodle Personalized Learning Designer (PLD) es utilizada para programar acciones automáticas como enviar mensajes personalizados a los estudiantes, recordatorios de fechas límite, feedback personalizado, etc. La herramienta Questionnaire genera problemas diferentes para cada estudiante con su feedback. La prueba piloto de esta metodología muestra que, aunque tasa de abandono no mejora, los resultados académicos de los estudiantes han mejorado (Figura 1).

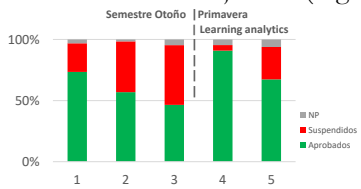



**Figura 1.** Resultados de la implementación de analíticas de aprendizaje.

Los estudiantes muestran una apreciación positiva sobre la metodología destacando la disponibilidad y relación cercana con el profesorado, su seguimiento y la rápida retroalimentación ofrecida. La metodología implementada ofrece al alumnado alternativas que pueden adaptarse a su propio ritmo y estilo de aprendizaje. Las analíticas de aprendizaje han demostrado ser una herramienta educativa que permite hacer un seguimiento "en tiempo real" del desempeño de los estudiantes y también promueve la reflexión sobre las actividades de aprendizaje planificadas mediante la visualización de resultados académicos, lo cual ayuda a mejorar los procesos diseñados.

**Agradecimientos:** Proyecto 2021PID-UB/014 del Programa de Mejora e Innovación Docente de la UB.

## Referencias

[1] van Harmelen, M.; Workman, D. Analytics for Learning and Teaching. CETIS Analytics Series 2012, 1(3).

# Resolución de problemas de flujo no ideal en Matlab como herramienta para "aprender a programar" y "programar para aprender".

**David Lorenzo**[1,*], Sergio Rodríguez[1], Carmen M. Domínguez[1], Salvador Cotillas, Patricia Sáez[1], Leandro Conte[1], Raúl García-Cervilla[1], Alicia Checa[1], Andrés Sánchez-Yepes[1], Pablo de Arriaga[1], Arturo Romero[1], Aurora Santos[1].

(*dlorenzo@ucm.es)

[1]Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

**Palabras clave:** Flujo no ides; Matlab; Herramientas informáticas; Autoaprendizaje; Ingeniería de la Reacción Química.

## Resumen

Esta comunicación tiene como objetivo presentar el uso del lenguaje de programación Matlab para la resolución de problemas de flujo no ideal como material de apoyo para la asignatura obligatoria de Ingeniería de la Reacción Química impartida en el grado de Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid. Con la actividad propuesta aquí se persigue que los estudiantes sean capaces de crear una aplicación para obtener curvas de distribución de tiempo de residencia en diferentes reactores y asociaciones de reactores. Además, se busca que el estudiante sea capaz de obtener el tiempo de residencia, volumen muerto, cortocircuito, coeficientes de dispersión, a partir de datos experimentales utilizando la aplicación diseñada. Se propone la resolución de un caso práctico basado en unos datos experimentales obtenidos en un reactor real en el que se induce una perturbación determinada (escalón o impulso) [1]. Estos datos puedes haberse obtenido en un único reactor (mezcla completa, flujo pistón) o en una asociación de reactores en serie/paralelo. Para su resolución se proponen dos actividades:

ACTIVIDAD 1: esta actividad se base en la implantación en Matlab de las distintas ecuaciones que describen los modelos para flujo no ideal: modelo de mezcla completa, modelo de dispersión y modelo de tanques en serie, suponiendo unos valores de dispersión y tiempos de residencia determinados, para las distintas perturbaciones. En esta actividad se estudia la forma de las curvas asociadas al flujo no ideal para los distintos tipos de reactores, perturbaciones y valores de tiempo de residencia y de dispersión. Además, se propondrá la asociación de reactores o la introducción de recirculaciones para ver cómo afectan las variables a las curvas obtenidas.

ACTIVIDAD 2: en esta actividad el estudiante deberá programar en el entorno Matlab la derivación numérica de datos discretos en función de la curva concentración tiempo obtenida en el experimento, la cual depende del tipo de reactor y del tipo de perturbación. Finalmente, ambas tareas se representarán en conjunto para determinar el modelo de reactor o asociación de reactores que mejor predice los resultados experimentales.

Con el desarrollo de este tipo de material docente se quiere es potenciar el binomio "aprender para programar" - "programar para aprender" buscando [2]. Los principales objetivos pueden resumirse como:

1. Aprendizaje de los conocimientos necesarios y uso del material necesario para el planteamiento del problema de Ingeniería Química (conceptos distribución de tiempos de residencia en reactores químicos).
2. Implementación de ecuaciones complejas que describen el comportamiento real de la fluidodinámica de reactores químicos.
3. Estudio de datos experimentales comparados con resultados obtenidos en diferentes simulaciones.
4. Resolución matemática mediante programación con Matlab
   a. Derivación numérica de datos experimentales
   b. Obtención de parámetros a partir de datos experimentales.
5. Creación de una interfaz gráfica para el análisis de los resultados y el estudio de la influencia de variables.

## Referencias

[1] O. Levenspiel. Ingeniería de la Reacción Química. Tercera Edición. Limusa Wiley.

[2] Domínguez, J.C., M.V. Alonso, M.I. Guijarro, R. Miranda, M. Oliet, V. Rigual, J.M. Toledo, M.M. Villar-Chavero, y P. Yustos. Problem Generators in Chemical Engineering with Jupyter Notebook. in IV Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química. 2018. Santander, España. .

# The production of handrub sanitizer, an emotional and singular story

Gumersindo Feijoo[1], Francisco Otero[2], Juan Manuel Garrido[1]*

[1]BioGroup. Department of Chemical Engineering. CRETUS. School of Engineering. Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela.

[2]PARAQASIL Group. Department of Pharmacology, Pharmacy and Pharmaceutical Technology. Faculty of Pharmacy. Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela.

(*juanmanuel.garrido@usc.es)

**Keywords:** Process Design. SARS-COV-2. Handrub sanitizer Gel. Chemical Engineering Practice.

## Abstract

In March 2020, most countries went into lockdown and the population was confined to fight against the unstoppable pandemic transmission of SARS-CoV-2. Beyond the measures that the university itself had to put in place to continue its activity, evolving from face-to-face to purely virtual teaching, there was great alarm about the uncertainties of the pandemic. One of the elements that generated concern was the availability of material to carry out adequate prophylactic prevention in the transmission of the virus. The preventative measures that the health authorities were transmitting revolved around three fundamental aspects (i) the use of Personal Protective Equipment, mainly FFP2 type masks; (ii) regular hand washing, with the availability of handrub sanitizer playing an important role; (iii) ventilation of rooms.

**Figure 1**. Images on the manufacturing process and the final users of the product.

Two of them require prior logistics that cannot be improvised from one moment to the next, which meant that there was a great shortage of masks and handrub sanitizer. At that time, the university undertook two actions: (1) donating to the health service all the material we had in stock (PPE -gloves, mask- and PCR reagents) and (2) adapting our facilities to be able to manufacture handrub sanitizer and meet the initial needs of the public health system, in order to carry out the motto of the VII World Congress of Chemical Engineering held in Glasgow in 2005: "Engineering for LIFE".

We created a team of Master's and PhD students together with technical staff and faculty from the disciplines of Chemical Engineering, Pharmacy and Pharmaceutical Technology, Analytical Chemistry and Organic Chemistry to transform the pilot plant of the School of Engineering into a production facility. Figure 2 shows the results achieved: 17,841 500 mL bottles, i.e., a total of 8,920.5 L divided into 2,739 bottles with isopropyl alcohol-based gel and 15,102 bottles with ethanol-based gel.

For the manufacture of the handrub sanitizer, the formulation recommended by the World Health Organization (WHO) was adapted, using either ethanol or isopropyl alcohol, distilled water, glycerin, and hydrogen peroxide. The original formulation of the handrub sanitizers contain either 75% or 80% v/v isopropyl alcohol or ethanol, respectively; 1.45% glycerol; 0.125 hydrogen peroxide, and water to complete the volume. Nevertheless, the production of this alcoholic solution involved making various decisions, derived from the material means, equipment and human resources available. In this sense, many of the knowledge and keywords, commonly used for the chemical engineering teaching, should be used with a practical objective.

***Optimization of the product quality:*** The WHO handrub sanitizer formulation, however, entailed the risk of losing the product by dripping, or even the risk of using to much product during its application by its low viscosity. Thus, the application of a appropriate organic polymer, carboxy-methyl cellulose (Methocell E4M Premium; Dow Chemical) was considered in order to increase the viscosity of the product. We prepared different batches of the hydroalcoholic solutions of 17 cP, 27 cP, 70 cP and 110 cP that were tested by the members of the Production Team, for their characteristics, finding that it was better to use the more viscous products. The product with the highest viscosity notably compromised the duration of the whole process, and we found that the product of 50-70 mPa-s was suitable for application in hands (as a reference glycerol has a viscosity of 1500 mPa·s and olive oil of 100 mPa·s).

***Mass balances:*** During the entire process, the overall mass balances of raw materials and finished product were carried out. Losses were less than 1%. Small errors in the weighing of materials and losses of the processed product (spills) can justify the imbalance.

***Rate*-limiting step**: This concept, taken from the Chemical Reaction Engineering, was fully in force throughout the process. In our case, rather than referring to a reaction, it was caused by the limitations that we faced due to limitations in raw materials (alcohol, glycerin, hydrogen peroxide) or material means for packaging (cardboard boxes, labels, bottle dispensers, etc. .).

**Safety and security:** During the first moments of uncertainty caused by the pandemic, the decision to divide the volunteers into two different teams was taken, with schedules divided between morning and afternoon and without contact between them. This action would prevent the entire process from having to stop, due to the quarantine of the entire team if one of the volunteers became infected.

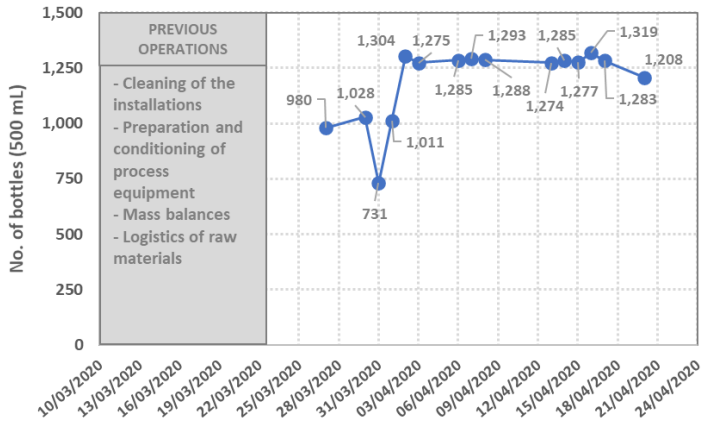



**Figure 2**. Evolution of the handrub sanitizer production at the USC.

## Acknowledgements

To the members of the hand-rub sanitizer production team at the USC, and to those persons and organizations that facilitated our work. To the Colorcon company, that provided HPMC to us free of charge, to produce the first handrub sanitizer batches.

## References

WHO (2010) Guide to Local Production: WHO-Recommended handrub formulations.

Dow Chemical (2013) Chemistry of METHOCEL™ Cellulose Ethers - A Technical Review. Technical review, 10-2013.

USC (2020) handrub sanitizer production video at the USC. Available in Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=7AiDUC-5G7g

# Se hace el camino al andar: una materia para aprender a dirigir equipos

**Almudena Hospido Quintana**[*], **Miguel Mauricio Iglesias** *

([*]almudena.hospido@usc.es, miguel.mauricio@usc.es)

Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE), Santiago de Compostela, España

**Palabras clave:** integración, grado, máster, habilidades de dirección, proyectos.

## Resumen

**Dirección de Proyectos de Ingeniería** (DPI) [1] es una materia obligatoria (4,5 ECTS) del módulo III Dirección y Gestión Empresarial del Máster en Ingeniería Química y Bioprocesos que desde su concepción supuso un reto tanto para el profesorado que la imparte como para el alumnado que la cursa. Con solo tres horas de sesiones expositivas y el resto dedicada a sesiones interactivas, el alumnado matriculado en DPI realiza labores de dirección con grupos/equipos de trabajo de 5-7 alumnos de grado en el desarrollo de un proyecto. La dirección se realiza en parejas, con dos perfiles claramente diferenciados que el alumnado distribuye en función de sus fortalezas e intereses: dirección técnica y dirección de planificación.

Se dirige dos tipos de grupos/equipos de trabajo: alumnado del grado en Ingeniería Química (GIQ) y del grado en Química (GQ). El alumnado del GIQ fundamentalmente de 2º curso (y ocasionalmente de 3er curso), se matricula voluntariamente en la actividad Diseño de un Proyecto Básico que tiene un reconocimiento de 5,5 ECTS, recibiendo un primer contacto con todas las piezas del puzle que recorren a lo largo del grado y cuya unidad no percibirían hasta el último curso en el Trabajo Fin de Grado (Figura 1, A). El segundo tipo de equipos pertenecen a la materia Proyectos Profesionales en Química, obligatoria de 4º curso del GQ y con presencia importante de estudiantes de los dobles grados en Química & Biología y Química & Física.

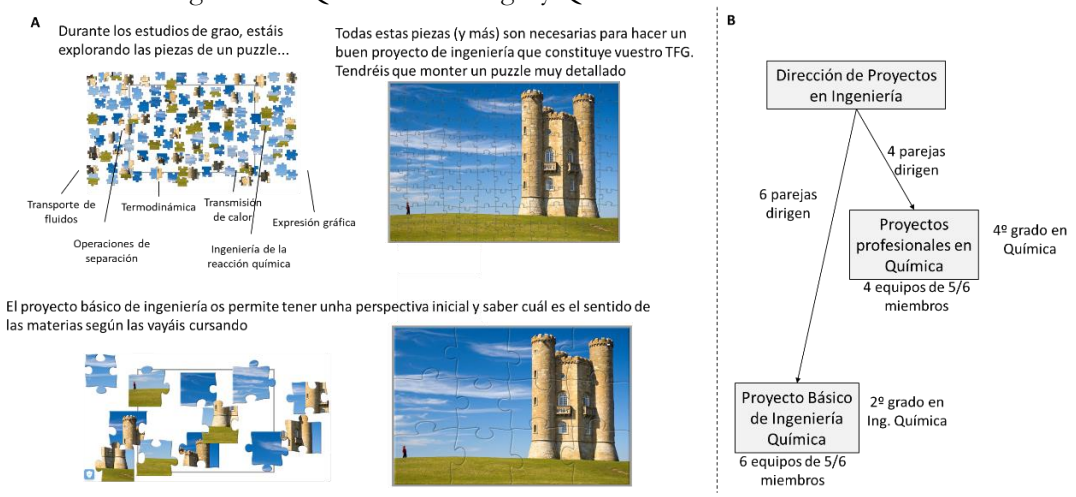



**Figura 1.** La motivación el alumnado en 2º GIQ es comprender el encaje de sus materias en un proyecto ingenieril (A). Distribución de tareas de dirección (B) en distintos grados

Con 20 personas matriculadas en DPI en el curso 2021/22, se han formado 10 parejas de directores. 6 de ellas dirigen a equipos de trabajo con alumnado de 2º curso del GIQ y las otras 4 a alumnado de 4º curso del GQ (figura 1, B). Esta diversidad es un gran reto en el desarrollo de la materia DPI, puesto que los conocimientos, el grado de madurez y la motivación hacia esta actividad son diferentes en el alumnado de ambos grados, como lo son los mecanismos de evaluación para dicho alumnado (i.e. reconocimiento apto/no apto para el alumnado de GIQ frente a calificación numérica de 0 a 10 en una materia obligatoria para el alumnado del GQ).

## Agradecimientos

Los autores agradecen a sus predecesores en la materia su disponibilidad y ayuda. Agradecen también al coordinador del máster (Prof. Héctor Rodríguez) y a la decana de la Facultad de Química (Prof. Pilar Bermejo) el haber recibido tan positivamente la incorporación del GQ a la materia de DPI.

## Referencias

[1] www.usc.gal/gl/estudos/masteres/enxenaria-arquitectura/master-universitario-enxenaria-quimica-bioprocesos/20212022/direccion-proxectos-enxenaria-15000-14485-2-89095

# TikTok como herramienta en la docencia y divulgación de la Ingeniería Química

**Julia Moltó Berenguer**[1], Nuria Ortuño García[1], Alicia Font Escamilla[1], Triana Poveda Montesinos[2], Alejandro Leal Expósito[2]

(*julia.molto@ua.es)

[1]Universidad de Alicante, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Carretera de San Vicente s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante, España

[2]Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, Carretera de San Vicente s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante, España

**Palabras clave:** redes sociales; vídeos; creatividad; comunicación oral; competencias transversales.

## Resumen

TikTok es una red social basada en compartir vídeos cortos de diferentes temáticas. La aplicación móvil (disponible tanto para sistemas IOS como Android) permite crear y compartir vídeos cortos (de 3 a 60 segundos) de forma muy sencilla, pudiendo aplicarles varios efectos a las diferentes tomas, añadir música, utilizar las fotografías disponibles en el móvil, etc. La interfaz es sencilla e intuitiva, permitiendo búsquedas, visualizaciones y creación de contenidos de forma relativamente rápida. Estas características le han valido su gran popularidad y un crecimiento exponencial desde 2020, alcanzando en la actualidad los 755 millones de usuarios activos, lo que convierte a TikTok en la tercera red social más grande del mundo, solo por detrás de Facebook e Instagram.

En el presente trabajo se explora por primera vez el uso de TikTok (a través de la cuenta: @in.geniaquimica) como herramienta educativa para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. Concretamente, esta experiencia piloto se ha puesto en práctica en las siguientes asignaturas del grado: Economía Aplicada a la Industria Química (asignatura básica de 1º curso, 63 estudiantes), Química y Seguridad Industrial (asignatura obligatoria de 3º curso, 48 estudiantes), Gestión y Tratamiento de Residuos y Aguas Industriales (asignatura optativa de 4º curso, 16 estudiantes).

Este trabajo plantea los siguientes objetivos: (1) conocer el uso que hace el alumnado del Grado en Ingeniería Química de Instagram y TikTok, analizando las posibles diferencias entre mujeres y hombres y entre los distintos cursos del grado; (2) implicar al estudiantado en la creación de contenidos con formato compatible con TikTok; (3) compartir contenido relacionado con la docencia y la investigación en Ingeniería Química. Esto se realiza con el doble objetivo de ofrecer materiales fiables y de calidad al alumnado universitario con los que pueda aprender y reforzar conceptos fundamentales, y a su vez divulgar esta disciplina entre los adolescentes y despertar su interés por la titulación de Ingeniería Química.

Se ha elaborado un cuestionario para recabar información sobre los usos de estas redes sociales entre el alumnado. Además, en cada una de las asignaturas, las profesoras darán una serie de pautas y compartirán con el alumnado vídeos de TikTok que puedan ser empleados como modelo para crear sus propios vídeos sobre contenidos de las correspondientes materias. Finalmente, se empleará un cuestionario para valorar la actividad y recoger propuestas de mejora y evaluación del proceso de aprendizaje por parte del alumnado mediante el uso de esta estrategia de enseñanza.

# Experiencia de divulgación científica. Taller de corrosión en MEDNIGHT-2021

**Asunción Mª Hidalgo**[1,*], Eduardo Laborada[2], Mar Collado-González[3], José María Gómez[2], Daniel Hernández[2]

(* *ahidalgo@um.es*)

[1] Universidad de Murcia, Departamento Ingeniería Química, Facultad de Química, Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia, España

[2] Universidad de Murcia, Departamento Química Física, Facultad de Química, Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia, España

[3] Universidad de Murcia, Departamento de Biología Celular e Histología, Facultad de Biología, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, 30100, Murcia, España

**Palabras clave:** Método científico; Ciencia en casa; Divulgación; Gamificación; Corrosión

## Resumen

Definir el término de divulgación científica puede resultar difícil puesto que, entre otras peculiaridades, divulgar supone contextualizar, recrear, difundir los resultados de la investigación (mensaje científico) a una población no especializada (sociedad), por lo que la divulgación forma parte del engranaje de la cultura y la ciencia.

En los últimos años, la divulgación ha ganado popularidad, al reconocerse la necesidad de transmitir a la sociedad la labor del investigador y el papel de la ciencia. Es por ello, que no existe un único formato para divulgar y se han realizado diferentes acciones en formatos tales como, charlas, eventos en centros educativos, programas televisivos, grabaciones de video para difusión on-line, entre otros.

Dentro de este contexto, el evento celebrado el último viernes de septiembre, La Noche Europea de los Investigadores, MEDNIGHT-2021, es un evento donde los investigadores salen a la calle a compartir y celebrar con el público la importancia de la investigación y la ciencia. Para participar en dicho evento se realizó una propuesta de actividad que permitiera conseguir dos objetivos, a saber: el objetivo principal fundamentado en transmitir al público la necesidad de utilizar el método científico, es decir, un procedimiento que nos ayude a poder dar una explicación a los fenómenos que nos rodean; y el objetivo secundario de dar a conocer el fenómeno de la corrosión de los metales como forma de aprendizaje y utilización del método científico.

Para llevar a cabo el diseño de la actividad divulgativa se marcaron como objetivos la necesidad de acercar la ciencia a través de un lenguaje cotidiano, basado en experiencias cercanas y materiales de fácil acceso, que permitieran al público realizar ellos mismos dichas experiencias y comprobar de forma científica el fenómeno de la corrosión. En la Tala 1 se muestran las diferentes actividades programadas.

**Tabla 1.** Actividades realizadas de forma presencial

| Título de la actividad | Descripción de la actividad |
|---|---|
| Los metales en medio salino | Se pretende dar a conocer cómo ocurren los procesos de oxidación-reducción en metales, poniendo en contacto clavos metálicos en un medio salino. Experimento diseñado para llevar a casa y realizar por ellos mismos |
| Los metales en medio ácido | Algunos metales son atacados en medio ácido desprendiendo hidrógeno. Se plantea utilizar virutas de diferentes metales (Zn, Mg, etc) y realizar un ataque en medio ácido; posteriormente, se implosionan las pompas de hidrógeno liberadas en la reacción |
| Embellece tus monedas | Se utilizan diferentes disoluciones, muy comunes en nuestro hogar (refresco, vinagre, zumo), para la limpieza de monedas metálicas (cobre) o superficies metálicas |
| Disolviendo el papel de aluminio | Se utiliza una disolución de sulfato de cobre y un trocito de papel de aluminio poniéndolos en contacto, para observa la reacción de oxidación-reducción |
| Escrituras invisibles | Combinando indicadores ácido-base y disoluciones de distinta acidez se realizan mensajes secretos para los más pequeños |
| *Kahoot* | Se realiza un *Kahoot* de 10 preguntas sobre las explicaciones previas relacionadas con el taller, así como de curiosidades cotidianas e históricas que reflejen la relevancia de los procesos de corrosión |
| Experiencias en casa | Se facilita al público una recopilación de experiencias sencillas relacionadas con la corrosión |

# Prácticas y talleres mixtos secundaria-universidad como sistema de aprendizaje activo de Conceptos y Valores sobre Sostenibilidad

**Mª.J. Orts**[1,2]*, E. Monfort[1,2]*, A. Gozalbo[1,2], E. Cañas[2], R. Moliner[3], V. Sanfelix[3], D. Bou[3], V. Vernia[1], A. López-Lilao[3]
(*tari@uji.es)

[1]Cátedra bp de Medio Ambiente Industrial. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, España

[2]Instituto Universitario de Tecnología Cerámica – Agustín Escardino, Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, España

[3]Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, Castellón de la Plana, España

**Palabras clave:** Relación universidad-secundaria; aprendizaje activo; sostenibilidad, talleres, prácticas

## Resumen

El desarrollo sostenible (aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias [1]) es uno de los grandes retos de nuestra sociedad. De hecho, en el ámbito académico, los planes de estudios a diferentes niveles incorporan temas sobre desarrollo sostenible y, por tanto, es una vía de colaboración entre los centros de secundaria y la universidad.

Durante el curso 2021-2022, desde la Catedra bp de medio ambiente industrial de la Universitat Jaume I y en el marco del proyecto »Fomento de la interacción Universidad-sociedad en tiempos de COVID« se llevaron a cabo diferentes talleres y prácticas mixtas universidad-secundaria sobre distintos aspectos de sostenibilidad, incluyendo aspectos ambientales y energéticos, en el que participaron centros educativos de la provincia de Castellón. El objetivo de estos talleres es que los alumnos de secundaria puedan hacer uso de sus conocimientos de química, tecnología, etc. para abordar problemas prácticos que susciten su interes (automoción, nivel de contaminación en su centro educativo, etc.). En la tabla 1 se muestran los principales objetivos, contenido y materiales empleados en los talleres realizados. La realización de estos talleres y prácticas mixtas es una herramienta que, adicionalmente a fomentar la interacción universidad-secundaria, contribuye a incrementar el interés del alumnado de secundaria por las ciencias e ingenierías, y potencia su concienciación sobre la importancia de la sostenibilidad.

**Tabla 1.** Talleres y prácticas realizados

| Taller | Objetivo | Contenido |
|---|---|---|
| **Coche de hidrogeno** (Taller: 50 minutos) | Experimentar cómo funcionan las pilas de combustible y su importancia en el desarrollo de energía limpia a partir de $H_2$. | 1)Introducción a las energías renovables y al uso de hidrogeno como combustible, 2) metodologías de obtención de hidrogeno, 3) Generación in situ de $H_2$, 4) explicación de la práctica y sus objetivos, 5) desarrollo de la práctica |
| **Combustión** (Taller: 25 minutos) | Conocer los equipos que se emplean para medir los gases de combustión y las diferencias entre ciclos. | 1)Introducción a los procesos de combustión, 2) emisiones y normativa aplicable, 3) explicación de la práctica y sus objetivos,4) desarrollo de la práctica |
| **La radiación solar y el efecto "isla de calor"** (Taller: 25 minutos) | Conocer el efecto "isla de calor", los conceptos relacionados y los mecanismos de transmisión de calor mediante el uso de una cámara termográfica | 1)Introducción al efecto "isla de calor", 2) descripción de los conceptos clave ,3) explicación de la práctica (funcionamiento de la cámara termográfica) y sus objetivos, 4) desarrollo de la práctica |
| **Calidad del aire** (Práctica en el centro de secundaria: 1 semana, Taller: 55 minutos) | Conocer las fuentes de contaminación atmosférica y su impacto sobre la salud. Conocer y experimentar con equipos para la medida del material particulado y su caracterización | 1)Práctica experimental en el centro de secundaria (se ubican distintos equipos de muestreo de material particulado (el alumnado participa activamente en el cambio de los filtros de muestreo) 2) Taller/visita a las instalaciones donde se procesan los filtros (pesada, MEB, etc.) y charla sobre aspectos ambientales y discusión de resultados. |

## Referencias

[1] Brundtland, G. (1987). El desarrollo sostenible. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Asamblea General de las Naciones Unidas.

# Gemelos digitales: el nuevo actor clave que empuja la educación superior al siguiente nivel

**Jose Juan Macías-Hernández**[1,*], Francisco Javier Obando-Tejera[2]

([*]jmacias@ull.edu.es)

[1] Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Química y T.F., Avda. Fco. Sánchez, Facultad de Química, S.C. de La Laguna, España

[2] Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Avda. Fco. Sánchez, S.C. de La Laguna, España, Departamento, Escuela/Facultad, Dirección, Ciudad, País

**Palabras clave:** Simulación; Formación; Ingeniería Química; Equipos.

## Resumen

Presentamos un novedoso enfoque docente de la ingeniería química en la educación superior y la formación de futuros profesionales. Bajo el marco propuesto, se simula la dinámica de operación de las plantas químicas en la vida real aprovechando un entorno de simulación de gemelos digitales integrado en combinación con un esquema de juego de roles. En consecuencia, los participantes experimentan todos los aspectos clave de la industria química, como la operación, el mantenimiento, el diseño de procesos y la planificación.

Además, la experiencia se enriquece con un esquema de juego, lleno de eventos, que imita no sólo la dinámica de simulación de aspectos técnicos, sino también las relaciones de la planta y el mercado. La combinación de todas estas condiciones favorece un entorno desafiante que empuja a los equipos a trabajar juntos de manera más eficiente. Por lo tanto, las personas desarrollan un sentido de responsabilidad, toma de decisiones, comunicación y habilidades de liderazgo para lograr mantener la planta en operación y conseguir los objetivos fijados en cada escenario. Las plantas químicas han de operar en un entorno altamente competitivo, influenciado por numerosos aspectos de carácter diverso y su éxito depende de la capacidad de los equipos de operar con éxito en cada situación. Por lo tanto, la capacitación efectiva de los futuros profesionales puede marcar una gran diferencia en el mercado laboral y favorecer la integración rápida en la organización.

Existen varias referencias de utilización de utilización de roles para la enseñanza como por ejemplo en Maxim et al. [1] y Cobo et al. [2]. En esta ocasión, este marco de trabajo se ha implementado en una herramienta informática utilizando simulación rigurosa de procesos, un sistema de control conectado, herramientas de apoyo para la gestión, planificación y logística, y toda documentación de diseño y operación de la planta. Los alumnos se organizan reproduciendo un organigrama típico de una planta química. Antes de iniciar su trabajo se les da una formación básica inicial sobre cada uno de estos roles y sobre el manejo de la herramienta para luego comenzar a organizarse y responder a los distintos retos que se les plantean.

Esta herramienta se ha probado en varias universidades a nivel de posgrado y máster, y en cursos relacionados con la simulación de procesos. Los resultados muestran que los estudiantes y futuros profesionales se ven obligados a aplicar tanto sus conocimientos técnicos, así como habilidades de trabajo en equipo y negociación para decidir y ejecutar una estrategia que permita manejar con éxito las situaciones a las que se enfrenta la planta. Eventualmente, esto se traduce en una experiencia de aprendizaje de mayor calidad y un valioso elemento diferenciador, clave en los futuros profesionales.

## Referencias

[1] Maxim, BR; Brunvand, S; Decker, A: Use of role-play and gamification in a software project course. En 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/FIE.2017.8190501.

[2] Cobo, A; Conde, O; Quintela, MÁ; Mirapeix, JM; López-Higuera JM.: ON-LINE ROLE-PLAY AS A TEACHING METHOD IN ENGINEERING STUDIES. Journal of Technology and Science Education. 2011;1(1).

# Experiencia educativa para promover entre los estudiantes de secundaria el interés por la Ingeniería Química y el desarrollo de habilidades transversales

**Ignacio Aracil**[1*], Adoración Carratalá[1], Daniel Domene[2], Mª José Fernández[1], Alicia Font[1], Juan Carlos García[1], Amparo Gómez[1], Mª Francisca Gómez-Rico[1], Julia Moltó[1], Nuria Ortuño[1], Mª Dolores Saquete[1], Juan Carlos Segura[3]

([*]nacho.aracil@ua.es)

[1]Universidad de Alicante, Dpto. de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Apdo. 99, 03080 Alicante, España

[2]Solublion, S.L., Parque Científico de la Universidad de Alicante, Apdo. 99, 03080 Alicante, España

[3] Procter & Gamble, Rte de Saint-Georges 47, 1213 Petit-Lancy, Suiza

**Palabras clave:** (enseñanza secundaria; competencias transversales; trabajo en equipo; proyectos educativos)

## Resumen

El XIII Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química, organizado por el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante para el curso 2021-22, supone la continuación de una iniciativa puesta en marcha en el curso 2008-09, y su objetivo principal es promover y desarrollar el interés del alumnado de 3º y 4º de E.S.O. por las materias científicas en general y la Ingeniería Química en particular. Este certamen pretende poner de relevancia la implicación de la Ingeniería Química en los diferentes campos de actividad de las sociedades modernas, así como su contribución fundamental a los objetivos de desarrollo sostenible.

Cada proyecto es desarrollado por un equipo de trabajo integrado por un/a profesor/a del área de Ciencias/ Tecnología y un número máximo de diez alumnos/as. Los proyectos se han de centrar en un tema de una de las siguientes cuatro áreas:

1. *La Ingeniería Química y el medio ambiente*: gestión y tratamiento de aguas, de residuos sólidos o de emisiones gaseosas; reducción, uso y captura de gases de efecto invernadero
2. *La Ingeniería Química y la industria cosmética y alimentaria*: procesos de separación; operaciones de transferencia de materia (p.ej. destilación); distintos tipos de mezclas
3. *La Ingeniería Química y el mundo de los plásticos*: caracterización, procesado y aplicaciones de materiales plásticos; reciclado de residuos plásticos; bioplásticos y plásticos biodegradables
4. *La Ingeniería Química y la energía*: biocombustibles; aprovechamiento energético de diferentes tipos de residuos; energías renovables

Los proyectos no han de tratar un tema de manera general, sino que deben ser específicos y recalcar los aspectos relacionados con la Ingeniería Química, valorándose especialmente aquellos proyectos que incluyan trabajo experimental. Al concluir el proyecto, dentro de una fecha límite establecida, cada equipo debe enviar a la organización del certamen una memoria final, en la que se exponen los objetivos, la metodología, los resultados obtenidos y las conclusiones. También se puede adjuntar cualquier otro material audiovisual complementario elaborado. El comité científico, formado por profesorado del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante y egresados, evalúa las memorias y lleva a cabo la selección de cinco trabajos finalistas. El certamen concluye en el mes de junio en un acto en la Universidad de Alicante denominado "Jornada de divulgación de la Ingeniería Química", en el que todos los equipos participantes exponen pósteres con lo más relevante de sus trabajos y, además, los cinco equipos finalistas realizan una exposición oral de su proyecto, que sirve para determinar los tres equipos ganadores del certamen. Se reparten premios en metálico a los equipos finalistas, ganadores, y también a los de los tres mejores pósteres.

Esta actividad ha proporcionado unos resultados altamente satisfactorios en las pasadas ediciones, tanto por el número de participantes como por el grado de consecución de los objetivos previstos. El certamen favorece el establecimiento de vínculos entre el profesorado de enseñanza secundaria de los centros participantes y la universidad. Y además, permite al alumnado trabajar en el desarrollo de habilidades transversales de comunicación oral y escrita, sentido crítico y capacidad de trabajo en equipo, que les servirán de herramientas para que puedan abordar con mayor confianza los estudios de bachillerato y, posteriormente, universitarios.

# Las cifras se mueven en los estudios de Ingeniería Química: investigación y dinámicas para fomentar la presencia de mujeres

**Paula Marzal**[1,*], Emilia López-Iñesta[2], Carmen Botella-Mascarell[3], Esther de Ves[3], Anabel Forte[4], Silvia Rueda[3], Xaro Benavent[3]

([*]paula.marzal@uv.es)

[1] Universitat de València, Dep. d'Enginyeria Química, [3] Dep. d'Informàtica, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Av de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, España.

[2] Universitat de València, Dep. de Didàctica de la Matemàtica, Facultat de Magisteri, Av. dels Tarongers, 4, 46022 Valencia, España.

[4] Universitat de València, Dep. d'Estadística i Investigació Operativa, Facultat de Ciències Matemàtiques, Dr Moliner 50, 46100 Burjassot, España.

**Palabras clave:** Brecha de género; STEM; elección de estudios

## Resumen

A pesar de que la presencia femenina en estudios de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) como Medicina, Ciencias Biológicas o Farmacia ha aumentado significativamente, con un incremento de alrededor del 10% en las mujeres inscritas desde 1987 y manteniendo una proporción en torno al 70% de manera sostenida en los últimos años [1], la brecha de género en STEM sigue llamado la atención de las comunidades académicas debido a su impacto en la Sociedad y Sostenibilidad, afectando al logro de una educación de calidad e igualdad de género contemplado en la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La Escola Tècnica Superior d´Enginyeria de la Universitat de València (ETSE-UV) ofrece los estudios de la rama de Ingeniería en la UV, esto es, Ingeniería Química, Ingeniería Informática, Ingeniería Electrónica Industrial, Ingeniería Multimedia, Ingeniería Electrónica de Telecomunicación, Ingeniería Telemática y Ciencia de Datos. La oferta global se encuentra altamente masculinizada y reducir la brecha de género resulta un desafío.

En España, se aprecia una disminución del 17% en el número de estudiantes en la rama de Ingeniería y Arquitectura desde el curso 2000-2001 hasta el curso 2014-2015 [1]. La cifra alcanza el 28% en el último dato disponible (2020-2021). Junto a esta disminución en el número de vocaciones STEM, y especialmente en las ingenierías, las mujeres se matriculan en menor porcentaje que los hombres. Se trata de un problema complejo con consecuencias tanto en el desarrollo personal y profesional de las mujeres como en el desempeño de los equipos de trabajo, en la economía [2] y en las relaciones Universidad-Sociedad-Empresa. La ingeniería química es, al menos en España, una excepción con un balance equilibrado en el número de mujeres y hombres en los programas formativos. No obstante, tras alcanzar máximos en el porcentaje de mujeres superiores al 54% (2004-2006), actualmente se observa una estabilización en dicho porcentaje en torno al 46%, dato que, aunque no es alarmante, sí debe llamar la atención ya que advierte de una posible pérdida de mujeres que se trasladan a otras áreas.

En esta comunicación se presentan las características de iniciativas y dinámicas existentes contra la brecha de género en STEM para fomentar el interés del futuro alumnado en Ingeniería Química y dar visibilidad al papel de las mujeres en áreas STEM [3, 4]. Asimismo, se trata la cuestión de si existe una libertad de elección real al elegir carrera y si esta elección está condicionada por el entorno [5].

## Referencias

[1] Ministerio de Universidades. Estadística de estudiantes. https://bit.ly/3yA6Bcs (30 de abril de 2022).

[2] Botella, C.; Rueda, S.; López-Iñesta, E.; Marzal, P. Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. Entropy, 2019, 21, 30.

[3] López-Iñesta, E.; Botella, C.; Rueda, S.; Forte, A.; Marzal, P. Towards Breaking the Gender Gap in Science, Technology, Engineering and Mathematics. Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 2020, 15, 233-241.

[4] Botella, C., López-Iñesta, E., Rueda, S., Forte, A., de Ves, E., Benavent, X., & Marzal, P. (2020). Iniciativas contra la brecha de género en STEM. Una guía de buenas prácticas. Actas de las Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), 5, 349-352.

[5] López-Iñesta, E., Forte, A., Botella-Mascarell, C., Marzal, P., Rueda, S. Niñas y Disciplinas STEM: Si no Están, Será Porque no les Gusta. https://theconversation.com/ninas-y-disciplinas-stem-si-no-estan-sera-porque-no-les-gusta-155339 (30 de abril de 2022).

# Retos en la relación Universidad-Empresa y las prácticas académicas externas en el marco de la nueva legislación

**María J. Rivero**[1,*], Clara Casado-Coterillo[1], Raquel Ibañez[1]

([*]mariajose.rivero@unican.es)

[1]Universidad de Cantabria, Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular, ETS Ingenieros Industriales y Telecomunicación, Av. Los Castros s/n, 39005, Santander, España

**Palabras clave:** prácticas externas; entidades colaboradoras; marco legislativo.

## Resumen

En muchos de los actuales programas de Máster en Ingeniería Química algunas de las recomendaciones para la propuesta por las Universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales recogidas en la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, se han canalizado a través de prácticas externas. En este marco, el Máster Universitario en Ingeniería Química (MUIQ) por la Universidad de Cantabria (UC) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) incluye prácticas curriculares de carácter obligatorio como valor añadido para contribuir a la formación de los alumnos. Durante los 8 cursos de impartición del máster, se han materializado 130 prácticas de estudiantes de la UC. La Figura 1 recoge una distribución por sectores de la tipología de entidades en las que se han realizado las prácticas en los últimos años. Los tres principales sectores recogen empresas dedicadas a consultoría e investigación (37%), sector químico (24%) e industria alimentaria (16%).

La satisfacción de los alumnos y de los tutores de las entidades han quedado reflejadas en las encuentras de calidad; destacando como puntos positivos: i) contribuir a la madurez del estudiante, ii) la adquisición de competencias y ii) el incremento de la empleabilidad. Pero también hay que poner de manifiesto las dificultades asociadas a los canales de flujo de la información entre los distintos actores del proceso que, en ocasiones, ha supuesto una dificultad añadida desde el punto de vista de su gestión, al estar implicados las entidades externas, los organismos de gestión administrativa de la Universidad, los coordinadores de la titulación y los estudiantes, siendo necesario conjugar los intereses y necesidades de todos ellos, como se representa en la Figura 2. En la UC, este procedimiento se articula desde el Centro de Orientación e Información de Empleo (COIE), que se encarga de que todo se desarrolle en el marco del Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios.

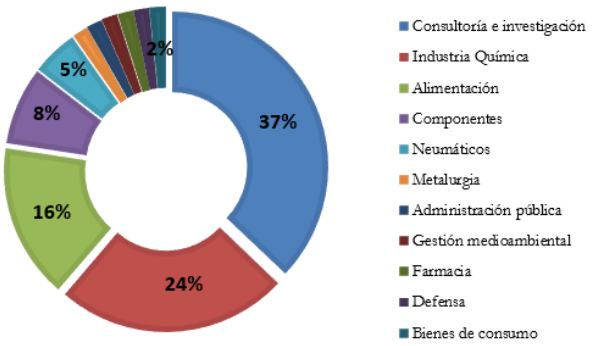



**Figura 1.** Distribución sectorial de prácticas curriculares de los alumnos de la Universidad de Cantabria en el Máster Universitario en Ingeniería Química entre 2014 y 2021

**Figura 2.** Principales actores en el proceso de las prácticas académicas externas

A la complejidad del actual contexto se añade el reciente Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, que incorpora, por ejemplo, la mención dual de las enseñanzas universitarias oficiales abriendo nuevas oportunidades entre las universidades y las entidades colaboradoras. Asimismo, el "Estatuto del becario", impulsado desde el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, en fase de desarrollo, también puede introducir cambios en el modelo actual. En este marco legal cambiante, debemos ser capaces de integrar las prácticas externas en la formación de los estudiantes de Ingeniería Química aprovechando la posición privilegiada que nos da la experiencia previa acumulada.

# Empleando el Estudio de Casos para construir un proceso en Ingeniería Química

Alba Pedrouso[1], Ángeles Val del Río[1], **Anuska Mosquera-Corral**[*,1]

([*]anuska.mosquera@usc.es)

[1]Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE), Rúa de Lope Gómez de Marzoa s/n, ES-15782, Santiago de Compostela, España.

**Palabras clave:** caso de estudio; ecoprocesos; pensamiento crítico; trabajo en equipo.

## Resumen

El aprendizaje basado en el estudio de casos permite que el alumnado tenga un papel más activo en el proceso, que se ve favorecido cuando se realiza en equipo. Esta metodología permite combinar conceptos teóricos de la materia y relacionarlos con la investigación y el pensamiento crítico del alumnado para llegar a una solución ante un problema planteado [1]. En este trabajo se presenta un ejercicio de aprendizaje colaborativo basado en el estudio de casos implementado en la materia *Ecoprocesos para el tratamiento de aguas* (ETRA) del Máster de Ingeniería Química y Bioprocesos de la Universidade de Santiago de Compostela (USC). El objetivo de esta materia es acercar al alumnado a las nuevas tecnologías para convertir las actuales estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), en las que se consumen materias primas y energía, a sistemas sostenibles para la producción de recursos, energía, agua reutilizable y productos de valor añadido. Así, se aplica el método científico y los principios de ingeniería y economía para resolver problemas de procesos complejos del ámbito de la Ingeniería Química.

El programa de ETRA se estructura en 5 temas (Figura 1): i) cambio de paradigma: de plantas de tratamiento a biofactorías, ii) reutilización de aguas regeneradas, iii) optimización de la producción y aprovechamiento de energía, iv) sistemas con baja tasa de producción de fango, y v) recuperación de productos valorizables de las aguas residuales. La docencia se estructura en sesiones teóricas, en las que se proporcionan al alumnado los conceptos básicos del tema, alternadas con sesiones de seminario en las que el alumnado lleva a cabo los casos de estudio. En estas últimas se desarrollan y consolidan los conceptos de las sesiones teóricas mediante la realización de los cálculos de balances de materia y energía para estimar los costes de operación de una EDAR en función de parámetros de operación del sistema biológico. Estos cálculos se aplican a un caso base (EDAR convencional) y a los diferentes escenarios con las nuevas tecnologías vistas en los temas (EDAR mejorada).

Para ello, se pone a disposición del alumnado una plantilla Excel con los cálculos básicos para una EDAR convencional. Además, se proporcionan artículos científicos recientes con la información necesaria para proponer mejoras en la EDAR del caso base y se promueve la búsqueda de otros procesos innovadores que se puedan implementar. El trabajo se lleva a cabo en equipos de 2 – 3 personas, promoviendo la puesta en práctica de competencias transversales como la colaboración, proactividad y discusión científica. A medida que se avanza en los temas, el alumnado propone diferentes variantes de la EDAR en un mismo fichero Excel permitiendo la mejora incremental del conocimiento sobre el tratamiento de aguas. El alumnado realiza la evaluación de estos casos de estudio en el aula permitiendo discutir las diferentes variantes que cada grupo propone guiados por la docente. El grado de avance de cada equipo dependerá de los conocimientos de partida de sus miembros de modo que la evaluación dependerá más del grado de progreso durante la materia y será individualizada para cada uno de ellos.

La actividad se implementó en el curso 2013-14 y se ha llevado a cabo desde entonces. Esta favorece la motivación e interés del alumnado por aprender ya que están involucrados durante toda la sesión y encuentran múltiples soluciones mientras que surgen otras incógnitas que despiertan su curiosidad científica [2]. Además, el alumnado aprende a relacionar la información nueva con la que ya tenían de las sesiones teóricas desarrollando el razonamiento crítico. Este método favorece un aprendizaje aplicado fundamental en el ámbito de ingeniería.

**Agradecimientos:** Las autoras pertenecen al Instituto CRETUS y al grupo de referencia competitiva (GRC ED431C 2021/37). A. Pedrouso agradece el apoyo de la Xunta de Galicia a través de la Ayuda posdoctoral ED481B-2021-041.

## Referencias

[1] De Miguel Diaz, M. Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Madrid. Alianza Editorial. 2006.

[2] Lopez Fernandez, D, Alarcon Cavero, P., Rodriguez Sanchez, M., Casado Fuente, M. L. Motivación en estudiantes de ingeniería. Un caso de estudio con teorías e instrumentos para su medida y desarrollo. Revista de docencia Universitaria. 2014, Vol 12 (4) 343-376.

# Implementación de la ingeniería química de productos en el máster

**María José Cocero**[1,*]

([*]mjcocero@iq.uva.es)

[1]Universidad de Valladolid, Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente, EII Sede Mergelina 47011 Valladolid

**Palabras clave:** (innovación; sostenibilidad; postratamiento; formulación; estudio de casos).

## Resumen

Fundamentos de ingeniería química aplicados al desarrollo e innovación de productos comerciales.

## Objetivos

**1 Introducción a la innovación en productos.**

Comprender la utilidad de las patentes como fuente de financiación de la investigación y como fuente de información. Calcular la huella de carbono en el desarrollo de un producto y cómo reducirla.

Conocer los diferentes tipos de productos, obtención, mercado y las aplicaciones.

Saber cómo obtener productos a partir de materias primas renovables, como alternativa a los productos obtenidos de la industria petroquímica.

**2. Herramientas para el desarrollo de productos.**

Conocer las etapas de obtención y de postratamiento.

Conocer diferentes formulaciones en fase líquida, y los procedimientos para producirlas.

Conocer diferentes procesos para la obtención de productos en fase sólida con tamaños de micro y nanopartículas.

Conocer diferentes procesos para la obtención de formulaciones en fase sólida.

Conocer las biorrefinerias de biomasas lignocelulosas para la obtención de productos.

Conocer productos obtenidos a partir de hemicelulosa, celulosa y lignina.

**3. Desarrollo de productos.**

Desarrollar un producto innovador y sostenible. Estudio de casos.

Aprender a redactar y preparar una solicitud de proyecto para obtener financiación, para las fases de investigación y desarrollo de un producto.

## Seguimiento de la asignatura y evaluación

**Seminario 1. Biopolímeros a partir de biomasa I**

Objetivo: Conocer y obtener la información que se publica en las patentes

Tarea 1. Estudio de patentes sobre un polímero de base renovable seleccionado entre los de mayor producción industrial.

**Seminario 2 Huella de Carbono.**

Objetivo: Estudio comparativo sobre el coste de la energía procedente del coque de petróleo y de la biomasa con reducción de la huella de carbono.

Tarea 2. Evaluar el coste asociado a la producción de energía por combustible, pellets de biomasa y residuos sin factor de emisión de CO2.

**Seminario 3 Biopolímeros a partir de biomasa. II**

Tarea 3 Biopolímero seleccionado en la tarea 1. Estudio bibliográfico. Procesos de producción, productos, usos y mercado. Estudio de mercado sobre productos comerciales elaborados a partir del biopolímero.

**Seminario 4 Modelo de negocio.**

Tarea 4. Caso producto innovador y sostenible.

**Proyecto: Desarrollo de producto que contribuya a la consecución de los objetivos para un desarrollo sostenible.** Tutorías individuales y en grupo (Tareas 5 y 6).

Tarea 5 Desarrollo de un nuevo producto I. Propuesta de producto: estudio de antecedentes y patentes, estudio de mercado. Contenido del proyecto.

Tarea 6. Desarrollo de un nuevo producto II. Composición y características del producto. Procedimiento de obtención, balance de materia y energía. Consumo energético. Necesidades de investigación. Selección de equipos. Hojas de especificaciones. Aplicaciones y comercialización.

# Education in the Principles of Green Engineering. "How to Choose a Safer Solvent"

**Lourdes Calvo[1*],** Albertina Cabañas[2]

(*lcalvo@ucm.es)

[1] Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales
[2] Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Química Física
Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, 28040 España

**Keywords:** Education; Green engineering; Metrics; Solvent selection; Life Cycle Analysis

## Abstract

In the subject of Separation Operations, a compulsory subject in the 3rd year of the Chemical Engineering degree, within the chapter of Extraction, we have introduced a seminar on safer solvents. It is devoted to the selection of solvents using the criteria: higher extraction yield/selectivity and lower environmental impact. This latter aspect is based on the criteria adopted by the best guides published mainly in the pharmaceutical sector, such as GSK or ACS. We also use the concept of **Life Cycle Assessment** (LCA). In the context of solvents, the cradle-to-grave LCA must include raw material and energy requirements for manufacturing, generated emissions and waste, transport, and final disposal (as represented in Figure 1). Besides, we present the concept of **bio-solvents** as opposed to petrochemical derivatives; and of **neoteric solvents** (ionic liquids, deep eutectic solvents and supercritical fluids) as alternatives to common organic diluents.

For the selection of a solvent, we use the concept of "**Like dissolves like**", with several examples. This implies that the solvent must reduce the activity coefficients of the solute. One way to evaluate this is based on group interaction criteria. Alternatively, Hansen Solubility Parameters, HSP, are a practical way to understand issues of solubility. A good solvent for a specific compound can be well characterised by three parameters: $\delta_D$ for Dispersion (van der Waals), $\delta_P$ for Polarity (related to dipole moment) and $\delta_H$ for hydrogen bonding.

On a concrete example of traditional extraction, we propose several solvents. Students must choose the two or three best ones according to the partition constants and selectivity, to maximize yield, minimize solvent consumption and reduce the downstream processing of the extract. They must then apply health, safety (consulting the safety data sheet, SDS) and environmental impact criteria (with the help of the above-mentioned guides) to choose the best one. A very relevant aspect is its recovery, as it is normally done by distillation. This operation is expensive and energy-consuming, so the students must consult the boiling point of the solvents in relation to the boiling point of the extract. Lastly, they must consult the market price and availability for the final discussion.

In this way, students become aware of the complexity of choosing a good solvent, as green as possible to make a chemical process economically viable. It is difficult but it is its obligation as future chemical engineers.

This seminar is part of a workplan of our group (https://www.ucm.es/leffs/) to promote **Sustainable Chemistry and Chemical Engineering** in formation. We aim at introducing **green concepts** in several subjects and in training workshops for Undergraduate, Master and PhD students.

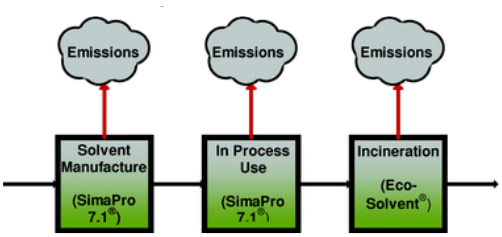



**Figure 1.** Outline of the Life Cycle Analysis of a solvent (Green Chemistry, RCS publishing)

**Acknowledgements.** UCM Innovation Project, nº 172, Training in Sustainable Chemistry and its relationship with the Sustainable Development Goals.

# Radiografía actual de la educación en Ingeniería Química

**María-Fernanda López-Pérez**[1,*], Mª Ángeles Larrubia[2], Alejandro Fernández[3], Julià Sempere[4], Raquel Ibañez[5], Javier Herguido[5], Luisa Calvo[5], Julia González-Alvarez[5], Pedro Partal[5]

([*]malope1@iqn.upv.es)

[1] Universitat Poltècnica de València, Plaza Ferràndiz-Carbonell s/n, Alcoy, España

[2] Universidad de Málaga, Campus de Teatino s/n Málaga, España

[3] Universidad de Granada, Departamento, Avda. del Hospicio, s/n, Granada, España

[4] IQS School of Engineering, Vía Augusta, 390, Barcelona, España

[5] Miembro de la Comisión Permanente de la CODDIQ

**Palabras clave:** Ingeniería Química; Indicadores de calidad

## Resumen

Como es bien sabido en la Universidad Española existen diferentes indicadores de calidad de la enseñanza, tanto en grados, en máster como en doctorado. Estos indicadores nos ofrecen la posibilidad de conocer parámetros tan importantes como los años que un estudiante dedica para poder obtener su título. En el año 2018, G. Feijoo realizó una radiografía muy completa de la situación del Grado en Ingeniería Química (GIQ) en España. Sin embargo, estos indicadores van evolucionando con la entrada de nuevas generaciones y es imprescindible continuar con el análisis de los mismos, para poder conocer la situación y calidad actual de los GIQ. Para mantener dicha calidad, el 78% de las Universidades han conseguido para sus títulos, acreditaciones internacionales como EUR-ACE o ICHEME, además de la acreditación nacional realizada por ANECA. Este número ha aumentado notablemente respecto al curso 16-17 donde solo había ocho grados con estas acreditaciones internacionales. Otro indicador importante para el sistema universitario es conocer cuál es el número de estudiantes de nuevo ingreso. Según Feijoo (2018), 1762 estudiantes comenzaron sus estudios en el año académico 16-17, mientras que durante el curso 19-20 disminuyó ligeramente este número (alrededor de 1600 alumnos). El número de alumnos totales matriculados en el Grado de Ingeniería Química en las universidades españolas ha disminuido ligeramente desde el curso 15-16 hasta el 21-22, pasando de 10058 alumnos a 9560 alumnos, congruente con los alumnos de nuevo ingreso. La relación porcentual entre la oferta y la demanda se mantiene relativamente alto, siendo el más bajo de 86% lo que indica que la mayoría de alumnos que se matriculan en el grado de Ingeniería Química lo hacen por vocación y no debido a que no son admitidos en otros títulos. Otro indicador que puede interesar es el porcentaje entre mujeres y hombres que se matricularon en los Grados de Ingeniería Química ofertados en España, estando mucho más equilibrado que en otras ingenierías, ya que hay algunas Universidades en las que la mitad de sus alumnos de nuevo ingreso son mujeres, si bien, su número ha disminuido ligeramente respecto a años anteriores (un 39% respecto al 46% que había en curso 16-17) [1]. Estos datos tan positivos en la entrada de alumnos no se ven reflejados en los indicadores relacionados con la duración media de estudios. Durante el curso 19-20, superamos la media de 4 años de duración del grado, que sería el valor óptimo, teniendo actualmente un valor de 5.5. En cuanto a la tasa de graduación, este porcentaje es muy bajo, ya que la media es de 40.6%, teniendo en algunas Universidades valores de 21%. Naturalmente, esto está relacionado con la tasa de abandono de los alumnos en primer y segundo curso, que se encuentra alrededor del 26%, y que coincide con los porcentajes medios de abandono para las ingenierías en España [2]. Sin embargo, y a pesar de la dificultad, el grado de satisfacción de los alumnos en el grado de Ingeniería Química, sorprendentemente, es alta, ya que son valores superiores a 7.5 de media tanto para el título en general, como para los docentes y recursos.

Estos datos indican que el Grado de Ingeniería Química goza actualmente de buena salud y que es una titulación con un futuro con buenas perspectivas.

## Referencias

[1] Feijoo, G.; Ibañez, R.; Herguido, J.; Tobajas, M.; Sèmpere, J.; López-Pérez, M.F.; Rivero, M.. Education of chemical engineering in Spain: A global picture. Education for Chemical Engineers. 2018, 24, 27-31.

[2] Datos y cifras del sistema universitario español. Publicación 2020-2021. Secretaría General Técnica del Ministerio de Universidades. e-NIPO: 097-20-003-2.

# Del bachillerato a la universidad: perfil de los alumnos que acceden al grado de Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz

**María del Mar Mesa**[1,*], Casimiro Mantell[1], Antonio Montes[1], José M. Abelleira-Pereira[1]

([*]mariadelmar.mesa@uca.es)

[1]Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Campus de Puerto Real, 11510 Cádiz.

**Palabras clave:** (estudiantes de primer curso, encuesta, acceso a la universidad, Ingeniería química).

## Resumen

El objetivo de este trabajo es realizar una aproximación al perfil de los alumnos que ingresan en la titulación de Ingeniería Química. Conocer ciertos rasgos de los alumnos, así como sus expectativas sobre la carrera que van a cursar, es clave para poder plantear acciones de mejora en el diseño de métodos docentes; además, permite conocer el éxito de la orientación académica recibida antes de su acceso a la universidad. A este respecto, una encuesta realizada por la Universidad Francisco de Vitoria a cerca de 3000 estudiantes reveló que los estudiantes se muestran insatisfechos con la orientación recibida y que les habría gustado contar con más herramientas para tomar la decisión sobre su futuro académico y profesional.

La recogida de datos se ha basado en una encuesta estructurada en tres ejes temáticos fundamentales: datos personales y académicos, motivaciones y expectativas en torno a la carrera; también se sondeó el grado de satisfacción con la titulación. El cuestionario se realizó en la plataforma Moodle, y se encuestó a los alumnos de primer curso de la asignatura Principios de Ingeniería Química del 2º semestre durante los cursos 20-21 y 21-22. La tasa de respuesta fue superior al 80% de los matriculados (120 alumnos).

La primera de las características sociodemográficas que nos interesa es su edad. El 70% de los alumnos que ingresan en la titulación tiene 18 años, que es la edad habitual de comienzo de los estudios universitarios a la salida del bachillerato. En cuanto al sexo, aunque la presencia masculina es mayor —56-57% hombres frente a 43-44% de mujeres—, la presencia femenina es muy superior a la de otras ingenierías, en las que no suele superar el 25%. Por otra parte, casi todos los estudiantes proceden del bachillerato, y el 66 % accede a la universidad con una nota superior a 10 puntos. En cuanto a la orientación, puede observarse en la figura 1 como más del 50% de los alumnos cursaron el Bachillerato de Ciencias de la Salud. Esto implica que solo un 20% de los alumnos cursó Física y menos de un 10%, Dibujo Técnico. Estos datos están en disonancia con la opción de elección de esta titulación, ya que el 70 % de los alumnos la señaló como primera opción en ambos cursos.

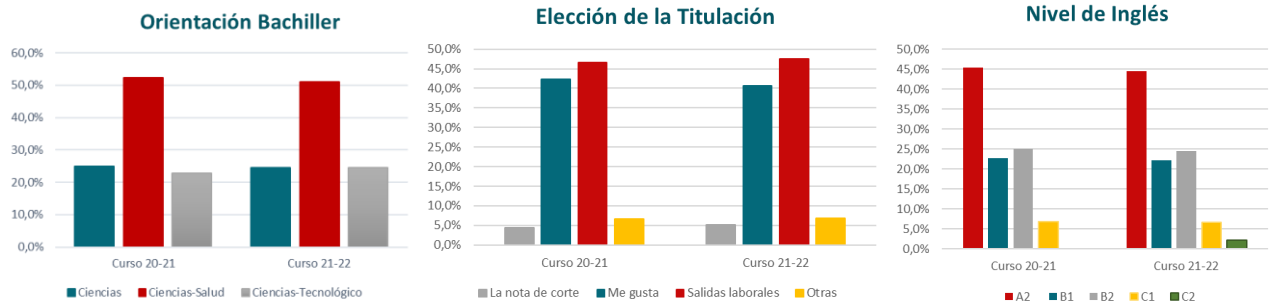



**Figura 1.** Resultados parciales de la encuesta.

La principal razón que esgrimieron los alumnos para la elección de esta carrera fueron sus salidas profesionales (47%) y porque les gustaba (42%). Por tanto, se aprecia que la posibilidad de una rápida inserción laboral y un componente vocacional serían los motivos principales. En relación con quién o quiénes habían influido en esta decisión, el 50% señaló que nadie en concreto; asimismo, se ha evidenciado que las charlas de orientación recibidas solo influyeron en su decisión al 4,5% de los alumnos. En cuanto al sector en el que les gustaría trabajar, el 65 % se decantó por la industria (40 %) y por la investigación (25%). Con respecto al nivel de inglés, para obtener el título de grado se necesita un nivel B1; sin embargo, la encuesta revela el escaso desarrollo de las asignaturas de idiomas en el panorama educativo, ya que solo el 22% acredita este nivel. Sobre las razones de elección de esta universidad el 70% indicó principalmente la cercanía a la residencia familiar. Por último, se les pidió que en una escala de valoración del uno al cinco señalaran su grado de interés hacia la titulación. La media obtenida fue de 4 ($\sigma\pm$0,86-0,75) lo que da cuenta de la buena predisposición hacia estos estudios.

# Bachelor and/or Master Thesis in Chemical Engineering: A Way to Connect Research, Industry and Academic Learning?

**Paulo A Augusto**[1], Teresa Castelo-Grande[2]

(*pauloaugusto@usal.es)

[1] Dep. Ingeniería Química y Textil, Fac. Ciencias Químicas, Univ. Salamanca, Plaza de los Caídos, 1-5, 37008 Salamanca, SPAIN;

[2] Dep. Engenharia Química, Fac. Eng. Univ. do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, PORTUGAL

**Keywords:** Master thesis (TFM); Bachelor thesis (TFG); research; industry; pedagogical enhancement

**Abstract:** The structure of the TFM (Master Thesis) and of the TFG (Bachelor Thesis) has been subject of intense debate in the Spanish Academy [1], especially in the Chemical Engineering Area. In fact, usually one of three different main configurations are adopted in Chemical Engineering Graduations offered in Spanish Universities: a) The design and selection of a full processing plant, including equipment design, heat and mass balances and studies of technological and financial viabilities; b) A research study under the chemical engineering thematic; c) a mixture of the previous two. Specially options a) and c) has been non-consensual between different universities, and inside the faculty member and students. In fact such a discussion is originated, among other reasons, on one hand from the comparison with the thesis structure and development done in many other areas of science and technology that in their large majority rely strictly on option b), and on the other hand from the professional requirements and competences demanded to exert the chemical engineering profession, as well as the complains presented by the students that consider that they are repeating procedures already learned, shown and evaluated before in other specific modules (e.g Project course) or even thesis (in the previously defended Bachelor thesis, in the case of Master students). In this work we will not enter the discussion but propose a different approach that, in the cases of universities where option c) is mandatory, may enhance it and thus may conjugate student vision and goals, enterprise needs and maintain the structure desired by several faculty members. The methodology that was followed is detailed in Figure 1 and presents an initial student-teacher approach as sucessfully done in [2]. Results obtained after applying this methodology in several case studies and results will be show and discussed and involve among others: a) satisfaction enquiries of all the actors involved (teacher, students, and when it is the case, the interested industry); b) scientific publications / presentations (e.g. [3]); c) targets feedback. Besides these qualifying results we may also stand out the following ones: I) improvement in the CV of the students; II) improving students' contact with real industry applications and needs; III) real case studies; IV) happiness of all the actors involved; V) improving CV of the thesis director and industrial connection; VI) making available a possible improvement for industries, or even the launch of spin offs.

**Fig. 1.** Enhanced Methodology

**References:** [1] - Feijoo, G.; Ibañez, R.; Herguido, J.; Partal, P.; Tobajas, M.; Sèmpere, J.; López-Pérez, M.F.; Rivero, M.J. Education of chemical engineering in Spain: A global picture. Education for Chemical Engineers, 2018, 24, 27-31.

[2] - Augusto, P.A.; Castelo-Grande, T.; Estevez, A.M. Practical demonstrations designed and developed by the students for pedagogical learning in transport phenomena. Education for Chemical Engineersthis, 2019, 26, 48–57

[3] - Sánchez, O.S.; Castelo-Grande, T.; Augusto, P.A.; Compaña, J.M.; Barbosa, D. Cubic nanoparticles for magnetic hyperthermia: Process optimization and potential industrial implementation. Nanomaterials, 2021, 11(7), 1652.

# Biocatálisis y Cinética Aplicada: Aprendizaje Basado en Investigación

**Miguel Ladero**[1,*], Juan M. Bolívar[1], Victoria E. Santos[1], Alberto García-Martín[1], Víctor Martín-Domínguez[1], Celia Álvarez[1], Jorge García-Montalvo[1], Álvaro Llorente[1], Itziar A. Escanciano[1]

[1]Universidad Complutense, Departamento de Ingeniería Química y Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.

([*]mladerog@ucm.es)

**Palabras clave:** Enzimas, proceso, producto, modelo cinético, discriminación.

## Resumen

El Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) se caracteriza por estar centrado en tareas, al modo de un proyecto de investigación habitual, que se resuelven en grupo con la guía de uno o varios profesores-tutores y de diversas herramientas informáticas, bibliográficas y de laboratorio. Se promueve la curiosidad, la iniciativa, el trabajo en grupo, la transversalidad en la aplicación de conocimientos y habilidades a la resolución de problemas, en principio, abiertos que pueden ofrecer más de una solución. Estos problemas deben ser de gran interés social, abrir la mente del estudiante a las necesidades de su entorno y hacerle protagonista de la búsqueda de soluciones, al modo en que la comunidad científica y técnica aborda tales problemas.

La implicación del Departamento de Ingeniería Química y Materiales de la Universidad Complutense en asigna-turas de diseño de biorreactores y bioprocesos en diversos títulos de Grado (Bioquímica, Ingeniería Química, Doble Grado Química-Bioquímica) y de Máster (Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos, Biotecnología Industrial y Ambiental) ha sido el marco ideal para trasladar ideas, conceptos y proyectos del campo de la enzi-mología o biocatálisis industrial a la práctica docente, aprovechando este campo para estudiar aspectos clave de Cinética Aplicada y, en particular, la discriminación de modelos cinéticos. Se han desarrollado prácticas sencillas con hidrolasas e isomerasas que cubren diversos procesos interesantes en alimentación, cosmética y biorrefinerías: deslactosación de leche con β-galactosidasas, producción de profármacos y de emulsificantes con lipasas, hidrólisis de celobiosa con b-glucosidasas e isomerización de glucosa a fructosa con glucosaisomerasa. Todas las enzimas han sido de grado técnico, unas en solución estable, otras inmovilizadas, todas ellas regalo de diversas empresas del sector como Novozymes A/S o ASA Spezialenzymes GmbH. Las prácticas han sido parcialmente virtualizadas para su ejecución en tiempos de pandemia, utilizando conexiones VPN y programas fácilmente accesibles en formato demo totalmente funcional, como Berkeley Madonna. El siguiente esquema permite entender la estrategia de docencia-aprendizaje propuesta en estos pequeños proyectos de investigación:

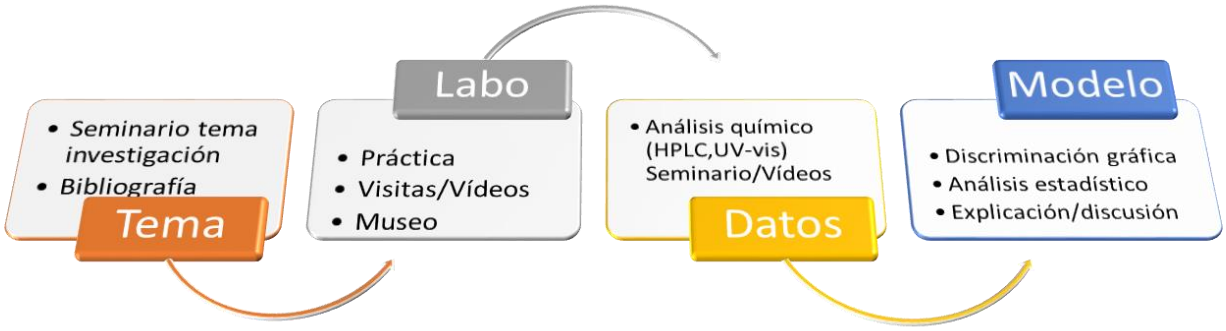



**Figura 1.** Esquema de actividades ABI en las prácticas de biocatálisis aplicada

## Referencias

[1] Santos, A., Ladero, M., Garcia-Ochoa, F. , Kinetic modeling of lactose hydrolysis by a β-galactosidase from *Kluyveromices fragilis*. Enz. Microb. Technol. 22(7), 558-567. https://doi.org/10.1016/S0141-0229(97)00236-6

[2] Lorente-Arevalo, A., Garcia-Martin, A., Ladero, M., Bolivar, J.M. Chemical reaction engineering to understand applied kinetics in free enzyme homogeneous reactors, in: F. Magnani, C. Marabelli, F. Paradisi (Eds.), Enzyme Eng., Springer US, New York, NY, 2022: pp. 277–320. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1826-4_15

# Actividades de formación y sensibilización en sostenibilidad ambiental y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030

**R. Miranda**[1,*], M. Oliet[1], C. Hopson[1], E. Espada[2], M. Villalba[3], E. Batanero[3], I. Cambero[4], M. Fernández[4], J. Peña[5], M.L. Ramos[6], P. Sánchez[7], R. López[7], C. Gómez[8], A. Cabañas[9], J. Montero[10]

[1] Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España (rmiranda@ucm.es); [2] Dpto. de Química Analítica UCM (Fac. CC. Químicas); [3] Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular UCM (Fac. CC. Químicas); [4] Dpto. de Farmacia Galénica y Tecnología de los Alimentos UCM (Fac. Veterinaria); [5] Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas UCM (Fac. Educación); [6] Dpto. de Ciencia Política y de la Administración UCM (Fac. CC. Políticas y Sociología); [7] Biblioteca de la Fac. CC. Químicas UCM; [8] Consorcio Urbanístico de la Ciudad Universitaria de Madrid; [9] Dpto. Química Física UCM (Fac. CC. Químicas); [10] Unidad de Campus y Medio Ambiente UCM (Vicerrectorado de Tecnología y Sostenibilidad);

**Palabras clave:** desarrollo sostenible; sostenibilidad ambiental; Agenda 2030.

## Resumen

En 2015, la Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La Agenda es una llamada universal para poner fin a la pobreza, evitar las desigualdades, proteger el planeta y garantizar que todas las personas vivan en paz y prosperidad en 2030.

La Ingeniería Química es un área científica que puede contribuir de forma importante a un buen número de ODS. La *American Chemical Society* (ACS) ha identificado 7 ODS como prioritarios: ODS 2 (Hambre cero), ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), ODS 12 (Producción y consumo responsable) y ODS 13 (Acción por el clima) [1]. La industria química y asociadas han aportado desde hace muchos años soluciones a un número importante de desafíos globales de la humanidad como la protección medioambiental, la salud y el bienestar o el uso eficiente de los recursos naturales [2]. Pero el mundo se enfrenta ahora a una encrucijada: venimos de una época en la que se han utilizado combustibles fósiles (cuyas reservas se están acabando y que influyen en el cambio climático) y sustancias valiosas (con un suministro escaso) en una economía lineal de usar y tirar, que causa problemas muy importantes de generación de residuos y de agotamiento de recursos. Se trata ahora de hacer un uso cada vez mayor de recursos renovables, y utilizar elementos que sean abundantes en la Tierra, utilizándolos además en una economía circular en la que todo se use durante más tiempo, se pueda reutilizar, reparar y reciclar completamente [3]. Pues bien, la transformación necesaria, ahora ya urgente, tendrá en la vanguardia un número importante de desarrollos en el área de la Química, cuyo papel es cada vez más importante en la solución de los desafíos globales de la energía, medio ambiente, agua, salud y alimentos.

Aparte del conocimiento técnico, las universidades tienen un papel clave para incorporar un pensamiento crítico y unos principios y valores en los que la sostenibilidad, la inclusión social y la igualdad estén presentes, lo que se ha venido a llamar "educación para el desarrollo" o "ciudadanía global". En este sentido, los profesionales de la Ingeniería Química deben de ser conscientes tanto de los desafíos globales que plantea la Agenda 2030 como de cuál puede ser su contribución, como profesionales altamente cualificados, en la consecución de los ODS.

Consciente de la relevancia y pertinencia de realizar acciones específicas en el ámbito de la concienciación y la sensibilización de nuestros estudiantes en sostenibilidad ambiental y ODS, un grupo de profesores, liderados por el Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales, han llevado a cabo un proyecto de cooperación al desarrollo UCM titulado "Acciones de formación y sensibilización en sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible" en el que se han realizado las siguientes actividades (https://www.ucm.es/medio_ambiente_y_desarrollo_sostenible): 1) Ciclo de conferencias "Los ODS: desafíos medioambientales para un planeta con futuro" (11 jornadas de 2 h); 2) Exposición "17 ODS x 1 Mundo Mejor"; 3) Cursos de formación en sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible; 4) La realización de campañas de sensibilización y la propuesta de iniciativas para la mejora de la sostenibilidad ambiental de la UCM. Asimismo, se han preparado materiales específicos para presentar la Agenda 2030 y el papel de la Ingeniería Química en la consecución de los ODS que se han utilizado en diferentes seminarios impartidos en el Grado y Máster en Ingeniería Química de la UCM.

## Referencias

[1] American Chemical Society (ACS), "Chemistry & Sustinable Developmente Goals". Disponible en: https://www.acs.org/content/acs/en/sustainability/chemistry-sustainable-development-goals.html (Mayo 2022).

[2] Axon, S. y James, D. The UN Sustainable Development Goals: How can sustainable chemistry contribute? A view from the chemical industry. Curr. Opin. Green Sustain. 2018, 13, 140-145.

[3] Cole-Hamilton, D. The role of chemists and chemical engineers in a sustainable word. Chem. Eur. J. 2020, 26, 1894-99.

# PRESENTACIONES TIPO PÓSTER

# ¿En qué se parece un proyecto de refino a la docencia en ingeniería química?

**Luis Vaquerizo**[1,2*], Juan García Serna[1], Rafael Mato[1]

([*]luis.vaquerizo@uva.es)

[1] Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales, C/ Dr. Mergelina s/n, Valladolid, España

[2] Técnicas Reunidas, Área de Procesos y Tecnología, Avenida de Burgos 89, Madrid, España

**Palabras clave:** Cliente, Contratista, Licenciante, esfuerzo, comunicación.

## Resumen

Durante la ingeniería y construcción de una nueva unidad de refino, se llevan a cabo diversas reuniones técnicas que involucran a tres actores fundamentales: el Cliente, el Contratista de Ingeniería y el Licenciante. Es la combinación de los conocimientos y competencias de todos ellos los que darán lugar, finalmente, a una correcta operación de la nueva unidad. Tras un año como profesor asociado en el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Valladolid, se ha podido constatar que tanto los actores principales involucrados en un proyecto de refino como los factores que dirimen su éxito, pueden ser identificados y aplicados también en el ámbito de la docencia en ingeniería química.

En primer lugar, el Cliente es el alumno, persona interesada en disponer de una nueva unidad de conocimiento. El alumno debe entender que, al igual que en un proyecto de refino la robustez de una unidad está directamente relacionada con la inversión en la misma, el éxito en el aprendizaje será función de su esfuerzo e implicación. El docente debe de ser exigente a la par que justo. Al igual que sin una inversión económica razonable no es posible llevar a buen puerto un proyecto, exigir un presupuesto desmesurado conlleva la no adjudicación de un proyecto.

El rol de Contratista de Ingeniería es asumido por el docente. Dos son los objetivos fundamentales en su trabajo. El primero, obtener la plena satisfacción del Cliente, lo cual le reportará buena fama en el sector. El segundo, obtener un beneficio que le permita continuar con el desarrollo de su negocio. En caso del docente, el beneficio no será económico si no profesional e incluso tal vez, personal. Aquel Contratista que no obtenga beneficios, perderá motivación, disminuirá la calidad de su trabajo y finalmente, desaparecerá.

Por último, el Licenciante es la fuente de conocimiento. El Licenciante puede ser un libro, un artículo científico, un vídeo o simplemente, la inestimable ayuda de un colega de profesión. El alumno debe entender que, al igual que el docente no dispone de todas las respuestas y en ocasiones debe acudir al Licenciante, es fundamental disponer de capacidad crítica suficiente para juzgar la validez de las respuestas de este último.

En segundo lugar, con respecto a los factores que definen el éxito de un proyecto, todos guardan una gran transversalidad entre Cliente, Contratista y Licenciante, siendo igualmente de aplicación en el ámbito de la docencia en ingeniería química. A continuación, se destacan aquellos considerados más relevantes:

En primer lugar, se encuentra el respeto profesional entre todos los agentes involucrados. Aquellos que hoy son alumnos, en poco tiempo se convertirán en maestros. La falta de experiencia de los alumnos es suplida por su implicación en el aprendizaje.

En segundo lugar, destaca la humildad. La humildad ante el desconocimiento no es un síntoma de debilidad. Se debe ser tremendamente consciente de los riesgos que entraña faltar a la verdad y no reconocer el desconocimiento o los errores.

El tercer factor es el esfuerzo. Sin un esfuerzo adecuado y constante de todas las partes no es posible llevar a cabo un proyecto. El esfuerzo demuestra también respeto y profesionalidad, factores de éxito en un proyecto.

En cuarto lugar, se encuentra la comunicación. La comunicación no sólo posibilita evaluar periódicamente el avance en un proyecto, sino también poner sobre la mesa cuellos de botella y puntos que requieran tomar acciones correctivas.

Finalmente, el reconocimiento. El reconocimiento conlleva satisfacción, lo cual induce ilusión y motivación, derivando finalmente en una mayor implicación y predisposición para el esfuerzo.

# Exposición de contenidos del área de Ingeniería con recursos enfocados a redes sociales como nuevas herramientas de aprendizaje y comunicación

**Elia Judith Martínez Torres**[1,3*], Marcia Barquero[1,3], Camino Fernández[1,3], Jorge Cara[1,3], Noemí Ortiz-Liébana[1,3], Beatriz Urbano[2,3], Xiomar Gomez[1,3]

(*ejmartr@unileon.es)

[1] Universidad de León, [2] Universidad de Valladolid, España [3] Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Agroambiental y Química (INGENIAQ) de la Universidad de León

**Palabras clave:** (Imágenes; Infografías; Redes sociales; Aprendizaje cooperativo).

## Resumen

Las nuevas tecnologías transforman nuestra sociedad y tienen gran influencia en las formas de presentar la información, lo que posteriormente se traslada al ámbito cotidiano del aula intentando optimizar los procesos de enseñanza. Actualmente, las redes sociales se han convertido en una ***herramienta de comunicación y aprendizaje*** muy relevante para las nuevas generaciones[1]. Los alumnos dedican mucho tiempo a estos contenidos para la búsqueda y adquisición de la información dentro y fuera del ámbito escolar. Según datos de Fernández (2021) [2], las redes sociales con mayor número de suscriptores y con mayor popularidad son: Facebook, con 2740 millones de usuarios activos, que se encuentra en primer lugar a enero 2021; YouTube, con 2291 millones; WhatsApp, con 2000; Facebook Messenger, con 1300 millones; Instagram, con 1221 millones de usuarios activos.

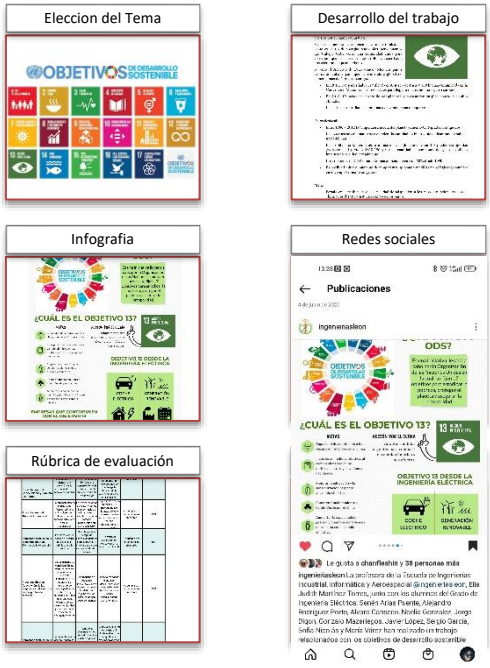
En este contexto, La infografía se presenta como un ***recurso interesante*** y aplicable a este tipo de herramientas. La infografía es una combinación de elementos visuales que aporta un despliegue gráfico de la información para brindar una información compleja, permite optimizar y agilizar los procesos de comprensión basándose en una menor cantidad y una mayor precisión de la información [3] .

Analizamos la utilización de las infografías como recurso para la exposición de contenidos de la asignatura de Tecnología del medioambiente (dentro del área de Ingeniería) en las redes sociales, estas, aplicadas como herramienta para la comunicación y aprendizaje dentro de la metodología del ***aprendizaje cooperativo***.

El procedimiento se describe en el siguiente esquema:

**Figura 1.** Procedimiento de aplicación

Este procedimiento se ha aplicado en los cursos 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022 (ejemplo ver figura 2), se plantea el analisis del uso de estas herramientas a traves de encuestas.




https://www.instagram.com/p/CA52YC6Kt_e/?utm_medium=copy_link

**Figura 2.** Ejemplo en el curso 2019-2020

**Agradecimientos.**

Este trabajo ha sido financiado por la Escuela de Formación de la Universidad de León a través del programa de apoyo a los Grupos de Innovación Docente

**Referencias**

[1] C. L. H. Espinosa and E. G. O. Ruiz, "La comunicación digital en un ámbito educativo, social, comercial y político".

[2] "• Redes sociales con más usuarios del mundo | Statista." https://es.statista.com/estadisticas/600712/ranking-mundial-de-redes-sociales-por-numero-de-usuarios/ (accessed Mar. 16, 2022).

[3] E. Leturia, "¿ Qué es infografía," *Revista Latina de Comunicación Social*, vol. 4, no. 10, 1998.

# Scape-Room virtual: una herramienta para mejorar el aprendizaje de los procesos industriales

**Asunción Mª Hidalgo**[1,*]

(*ahidalgo@um.es)

[1] Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Química/Facultad de Química, Campus Universitario de Espinardo, Murcia, España

**Palabras clave:** Scape-room; Metodologías activas; Procesos industriales; Aprendizaje colaborativo.

## Resumen

Las metodologías activas y participativas son claves en estrategias donde se requiere que el estudiante sea el núcleo principal del proceso enseñanza-aprendizaje [1]. Se ha demostrado que la gamificación es una herramienta útil para fortalecer la participación y el trabajo en equipo [2].

En la asignatura de Química Industrial que se imparte en 4º curso del Grado en Ingeniería Química, en la Universidad de Murcia, se ha realizado una nueva actividad docente con la finalidad de reforzar los conocimientos de la materia e intensificar el aprendizaje por parte de los estudiantes. Durante el curso académico 2020-2021, en periodo de pandemia, se les planteó la participación en grupos en una actividad relacionada con el diseño de un Scape-Room virtual relacionado con los diferentes procesos industriales que se imparten en la asignatura. Los estudiantes debían elaborar un conjunto de preguntas, relacionadas con la temática, que estuvieran enlazadas entre sí mediante un hilo conductor y que dichas preguntas sirvieran para resolver un acertijo o llevar a cabo la resolución de un problema real o ficticio. Además, dicho problema debía contener diferentes niveles, de forma que la resolución de un nivel diera las pistas necesarias para abordar el siguiente.

En concreto la actividad propuesta y solicitada a los estudiantes estaba compuesta por:

1. Elaboración de 8-10 preguntas, que versaran sobre aspectos científicos, técnicos o sociales relacionados con la temática.
2. Elaboración de un hilo conductor sobre la temática propuesta, para poder guiar al jugador en la resolución del acertijo.
3. Utilización de diferentes herramientas: *wooclap, kahoot, genially*, entre otras.

Para evaluar el profesor la actividad se diseñó una rúbrica, en escala likert, evaluando 4 items (sobre los conocimientos, el uso de los mismo respecto a una situación real, la exposición, y el uso de nuevos materiales o herramientas).

Al finalizar la actividad se solicitó a los estudiantes que evaluaran la misma realizando una encuesta en la cual se les preguntaba cómo se habían sentido y si consideraban útil o necesaria la actividad planteada.

Los resultados mostraron que los estudiantes valoraron de forma positiva el trabajo en grupo, reconociendo que la experiencia les había resultado interesante y se mostraron satisfechos con la misma. En la Tabla 1 se muestra el resultado de la encuesta.

**Tabla 1.** Valoración de la actividad realizada sobre el Scape-Room virtual

| Preguntas realizadas a los estudiantes sobre el desarrollo de la actividad | Resultado medido en una escala likert |
|---|---|
| 1.- La experiencia ha servido para afianzar los conocimientos | 3,4 |
| 2.- Me ha resultado interesante | 3,6 |
| 3.- La exposición de los trabajos ha servido para evaluar mi propio trabajo | 3,2 |
| 4.- Estoy satisfecho con la experiencia | 3,5 |
| 5.- El trabajo en grupos ha sido bueno | 4,1 |

Agradecimientos a los estudiantes de 4º curso del Grado en Ingeniería Química UMU, curso 2020-2021.

## Referencias

[1] Goetz, T.; Hall, N.C.; Krannich, M. En A. Renninger, & S. Hidi, Eds.; The Cambridge Handbook on motivation and learning, Cambridge University Press: Cambridge, 2019, pp. 465-486.

[2] Oliva, H.A.. La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. Realidad y Reflexión. 2017, 44, 29-47.

# Cambios metodológicos en el estudio de la reducción de tamaño de la asignatura "Operaciones con Sólidos"

Lucía Pérez Gandarillas, Cristina Rueda Ruiz, Eva Cifrián Bemposta, **Josefa Fernández-Ferreras**[*],

Universidad de Cantabria, Departamento de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos, ETSIIT. Avda. los Castros 46, Santander, España.

([*]josefa.fernandez@unican.es)

**Palabras clave:** operaciones con sólidos, molienda, presentaciones, prácticas de laboratorio

## Resumen

La mayor parte de los procesos industriales tienen muchas o alguna operación relacionada con el material particulado. A pesar de ello, la ciencia y tecnología de las partículas no constituye una materia obligatoria en el Grado de Ingeniería Química. Por ello, la asignatura de Operaciones con Sólidos es un complemento básico en la formación en esta área. En esta asignatura se estudian las bases para caracterizar (tamaño, densidad), obtener (cristalización, molienda) y manipular (almacenar, separar, mezclar), los sólidos particulados, con el objetivo de mejorar un producto final o prevenir comportamientos no deseados en la manipulación de partículas.

Los conocimientos sobre reducción de tamaño de sólidos particulados que se imparten incluyen el estudio de los fundamentos de la desintegración mecánica, la predicción de la energía necesaria para la reducción, los modelos de predicción de la distribución de tamaños, la determinación de los parámetros velocidad específica de rotura (Si) y función de distribución (b(i,j)), así como la descripción de los equipos de molienda.

En trabajos previos [1,2] se han descrito distintas innovaciones llevadas a cabo en esta asignatura. Con el fin de seguir adoptando cambios que promuevan metodologías docentes de aprendizaje activo para los alumnos, en esta comunicación se describe la reestructuración llevada a cabo en la docencia relativa a la reducción de tamaño. Se han combinado 3 metodologías docentes en este bloque: una parte del contenido teórico se imparte mediante clase magistral, mientras que la parte asociada a la descripción de los equipos de molienda ha sido sustituida por la realización de un trabajo en grupo y por último se realiza una práctica de laboratorio.

Los trabajos se llevan a cabo en grupos de 2-3 alumnos. A cada grupo se le asignan determinados equipos, que deben describir de acuerdo al mecanismo de rotura predominante, el tamaño de partícula que se pretende conseguir y las propiedades del material, incluyendo vídeos y esquemas. Los grupos deben realizar una exposición oral del trabajo de unos 10 minutos de duración, en la que el profesor decide qué parte expone cada alumno participante en un grupo, y al final se realiza un test a través de la herramienta *kahoot* a todos los alumnos para evaluar la comprensión de lo más importante presentado.

Respecto a la práctica de laboratorio, en el Departamento de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos, responsable de la docencia de esta asignatura, se adquirió un molino de bolas planetario en la convocatoria del Plan Plurianual (2016-2018) de equipamiento docente del Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado de la Universidad de Cantabria, con una cofinanciación del 15% por parte del Departamento.

El uso de molinos de alta energía como éste tiene actualmente gran interés e implantación puesto que entre otras ventajas reduce el tiempo necesario para el desarrollo de operaciones posteriores y por tanto los costes asociados a las mismas.

La puesta a punto del nuevo molino planetario se llevó a cabo mediante su utilización en dos trabajos fin de grado (TFG), uno centrado en el estudio de la molienda de biomasa residual y el segundo centrado en materiales inorgánicos como materia prima (caliza, arena y dolomía), e incluyeron el análisis de la influencia de diferentes variables de operación (tiempo de molienda, velocidad de giro, tiempo de pausa, tiempo de pausa con inversión del sentido de giro) así como las características del material inicial en la distribución granulométrica del material obtenido. Con este contenido se generó una práctica de laboratorio que se describirá con detalle en la comunicación. De esta forma los alumnos podrán aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, mejorar su destreza en el laboratorio con este nuevo equipamiento, y cuantificar las mejoras que aporta el molino planetario comparando distintos tipos de materias primas.

## Referencias

[1] Renedo, M.J.; Campo Sotres, R.; Fernández-Ferreras, J. Adaptación del currículo de la asignatura Operaciones con Sólidos al Grado en Ingeniería Química, III CIDIQ, Alicante, 2016.

[2] Cifrián Bemposta, E.; Fernández-Ferreras, J. Programación de prácticas de laboratorio en la asignatura Operaciones con Sólidos en función del número de alumnos, IV CIDIQ, Santander, 2018.

# Teaching chemical engineering principles through Flipped Classroom and Project Based Learning in an Industrial Technologies Engineering degree course

Tamara Llano, Cristina Rueda, Berta Galán, Alberto Coz, **Josefa Fernandez***, Javier R. Viguri

Universidad de Cantabria, Departamento de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos, ETSIIT. Avda. los Castros 46, Santander, España.

(*josefa.fernandez@unican.es)

**Palabras clave:** Flipped classroom, PBL, Industrial Chemistry, Chemical Engineering principles

## Abstract

The project-based-learning (PBL) approach and the strategies for assessing students' learning have been applied to the Industrial Chemistry subject, a compulsory course taught in English accounting for 6 ECTS, that is part of the Industrial Technologies Engineering degree (total 240 ECTS). The subject addresses the principles of chemical processes, the fundamentals of materials and energy flow analysis, the basis of chemical reaction engineering, and a summary of process system engineering. This course is delivered in the first semester of the fourth year in the School of Industrial Engineering, a Polytechnic School at the University of Cantabria, Spain.

The learning outcomes are i) apply and execute basic calculations to solve mass and heat transfer unit operations and ideal reactors, ii) create and interpret chemical process designs at a preliminary level, iii) apply modern process simulation tools to industrial process subsystems synthesis and analysis. Students apply the above-mentioned outcomes to an industrial-scale case study working in teamwork. Additionally, specific skills and learning outcomes of an English subject are promoted.

In previous articles [1-3] the authors described the innovative practices, implemented in several subjects of the Chemical Engineering degree, that are relevant to improve the learning process in an Engineering course. From this background, the course is organized under a PBL approach applying the tactics shown in Figure 1.

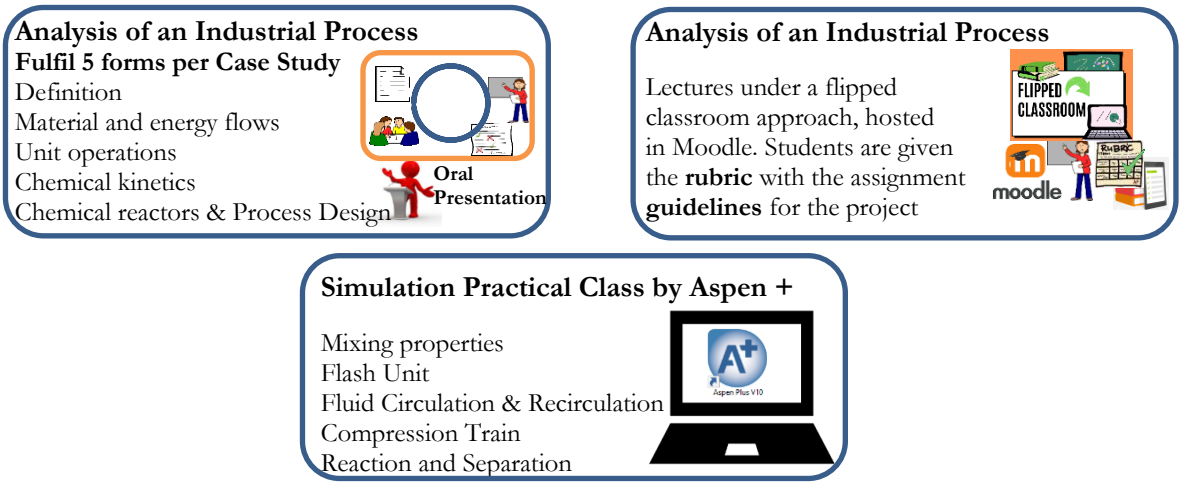



**Figure 1**. Learning activities applied to the Industrial Chemistry course

The course has a significant number of students (40) and four Erasmus+ students with a high proportion (70 %) of practical classroom hours. Practical classes are designed under a flipped-classroom approach, with slides and videos hosted in Moodle, serving as a suitable complement for the PBL strategy where teamwork is required to prepare short project reports and an oral presentation on an industrial case study. Simulation practical classes consist of five case studies based on mass and energy balances, unit operations, and chemical reactions.

## References

[1] Cifrian, E.; Andres, A.; Galan, B.; Viguri, J.R. Integration of different assessment approaches: application to a project-based learning engineering course, Educ. Chem. Eng. 2020, 31, 62-75. doi: 10.1016/j.ece.2020.04.006.

[2] Salcines, I.; Cifrian, E.; Gonzalez-Fernandez, N.; Viguri, J.R. Estudio de caso sobre las percepciones de los estudiantes respecto al modelo Flipped Classroom en asignaturas de ingeniería. Diseño e implementación de un cuestionario, Rev. Complut. Educ. 2020, 31(1), 25-34.doi: 10.5209/rced.61739.

[3] Galan, B.; Muñoz, I.; Viguri, J.R. Implementation of an innovative teaching project in a Chemical Process Design course at the University of Cantabria, Spain. Eur. J. Eng. Educ. 2016, 41, 562–583. doi:10.1080/03043797.2015.1121463.

# T1.12. Implementación de un proceso experimental para la separación de bioetanol de caldos de cultivo en alumnos del grado de Ingeniería en Química Industrial

**Ana Mª Rodríguez[1*]**, Susana Lucas[2], María S. Álvarez[1], Francisco J. Deive[1], María A. Longo[1]

([*]aroguez@uvigo.es)

[1] Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Industrial, Campus Lagoas Marcosende s/n, 36310, Vigo, España

[2] Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente, Escuela de Ingenierías Industriales, C/Mergelina s/n, Valladolid, España

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos, Bioetanol, Segregación de fases, Trabajo colaborativo, Equilibrio líquido-líquido.

## Resumen

Las actuales tendencias educativas buscan primar un rol más activo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que se desarrollen las dimensiones cognitivas (entendimiento, conocimiento y pensamiento) y afectivas sin generar frustración en el estudiantado. Para ello, el uso de nuevas tendencias educativas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) o las actividades colaborativas pueden ser complementos ideales para abordar nuevas estrategias docentes [1]. El ABP se plantea en esta asignatura de tercer curso del grado de Ingeniería en Química Industrial como una estrategia que sitúa al alumno en el centro del proceso de aprendizaje al promover un rol activo que sustituye los métodos memorísticos y mecánicos por un proceso de planificación e implementación de un proceso de separación de un biocombustible [2].

En el marco de la actual crisis energética, se propone al alumnado la búsqueda de un nuevo proceso de obtención de bioetanol a partir de caldos de cultivo, que permita ahorrar en los costes de utilidad derivados de la destilación, que es el método de separación utilizado habitualmente a nivel industrial. Se proporcionó al estudiantado información para abordar la búsqueda de nuevos procesos de separación de forma rigurosa, mediante la utilización de plataformas científicas como Scopus o Web of Science. El hecho de que el etanol sea completamente miscible en agua supone una dificultad para los estudiantes, que deben afrontar el reto de buscar un agente disruptor que desencadene la separación de fases. Para ello, se propone la utilización de una mezcla modelo etanol agua, que permita caracterizar la región de inmiscibilidad, si la hubiere, en base al agente de separación empleado.

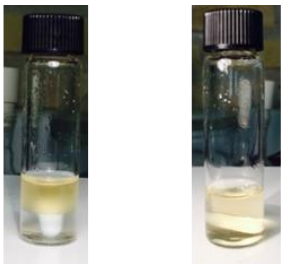


**Figura 1**. Mezcla bifásica (izquierda) y monofásica en un sistema ternario bioetanol-agua-agente segregante

Para ello, el alumnado utilizó un tubo de vidrio dotado de una barra magnética para preparar dicha mezcla binaria de agua y etanol (alrededor del 50 % en peso) y se agregó el agente de separación seleccionado (sales inorgánicas/orgánicas) hasta que se observó una solución turbia (Figura 1, izquierda). Una vez cuantificada la masa de sal inorgánica, se introdujo agua gota a gota en el tubo de vidrio hasta obtener una disolución transparente (Figura 1, derecha). Esta operación se repitió a temperatura ambiente y bajo agitación magnética un mínimo de 12 veces para caracterizar la curva binodal. Se intentó que los estudiantes fuesen conscientes de la necesidad de encontrar modelos matemáticos fiables para describir el equilibrio líquido-líquido, de modo que se facilitase la aplicación de esos datos a la mezcla de bioetanol obtenida biotecnológicamente, cuya complejidad estriba en la existencia de un caldo de cultivo conteniendo biomasa, proteínas y nutrientes que no han sido consumidos durante la reacción biológica.

## Referencias

[1] McLaughlan R.G.; Kirkpatrick D. Online roleplay: design for active learning, Eur. J. Eng. Educ. 2004, 29, 477-490.

[2] Blank W. Authentic instruction. Promising practices for connecting high school to the real world; W.E. Blank & S. Harwell (Eds.). Tampa, Florida, 1997, 15-21: University of South Florida.

# Metodologías ágiles aplicadas al Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Introducción a la Ingeniería Química

**Susana Lucas**[1,*], Mª Teresa García[1], Mónica Coca[1], Juan Carlos López[1], Miguel Ángel Urueña[1], Marina Fernández[1], Esther del Amo[1], Gamaliel López[2], Ana Mª Rodríguez[3], Francisco Javier Deive[3]

([*]susana.lucas.yague@iq.uva.es)

[1] Universidad de Valladolid, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales. C/Mergelina s/n, Valladolid, España

[2] Universidad de Valladolid, Dpto. Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, E.T.S. Arquitectura, Valladolid, España

[3] Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Industrial, Vigo, España

**Palabras clave:** Metodologías Ágiles; Aprendizaje Basado en Proyectos; Scrum; Trello; Ingeniería Química

## Resumen

En la asignatura Introducción a la Ingeniería Química (IIQ) se ha realizado una propuesta de aprendizaje basado en proyectos (ABP) con apoyo de metodología ágil Scrum [1] y los tableros de seguimiento Kanban implementados con la herramienta Trello. Para ello se ha seleccionado un proyecto de Ingeniería básico por talleres, mediante la formación de equipos ágiles, autoorganizados y colaborativos. El proyecto propuesto, basado en el proceso de producción de cumeno, abarca los contenidos fundamentales de la asignatura, entre los que se incluyen los balances de materia, los balances de energía y la cinética de la reacción química. La metodología SCRUM se desarrolla en tres fases: 1) Inicio y planificación: reunión de planificación inicial con los alumnos donde se les explica en qué consiste el proyecto, qué es SCRUM y se acuerdan las fechas y formas de entrega, además de la formación de equipos; 2) Desarrollo de los ciclos de Trabajo: los equipos trabajan de forma cíclica a partir de la reunión de inicio, pasando por las reuniones de sincronización, hasta la retrospectiva, volviendo a repetir el ciclo cada quince días. Al principio del primer ciclo se elabora el tablero de gestión visual Kanban implementado con Trello que se usará a lo largo de todo el proceso ágil; 3) Entrega: con esto tiene lugar el final del proceso, y la entrega del trabajo final. El proyecto, bajo esta metodología, se concibe como una secuencia de Sprints, donde en el sprint 1 entregarían el balance de materia del proceso (semana 4), en el sprint 2 el correspondiente balance de energía (semana 8), en el sprint 3 el dimensionado básico del reactor (semana 12) y en el sprint 4 el proyecto final (semana 14). Para el correcto desarrollo y seguimiento del proyecto se planifican diferentes reuniones: Reunión de planificación del sprint (Sprint Planning) donde los docentes y los alumnos marcan los objetivos de la siguiente entrega e identifican las tareas a realizar; Reunión de seguimiento del sprint (Daily Scrum) donde el equipo de trabajo se reúne periódicamente (cada 2 semanas) para revisar el estado del avance del proyecto; Reunión de revisión del sprint (Sprint Review) donde cada grupo de alumnos expone los resultados de cada entrega y los docentes evalúan, realizan correcciones y propuestas de mejora y finalmente la Reunión Retrospectiva (Retrospective) donde sin el docente presente, el equipo identificará puntos de mejora en la forma de trabajar y los aplicará en las siguientes entregas. Los actores de esta metodología, como se ha indicado, son el profesor (Product Owner), el equipo de trabajo (The Team) y un alumno de cada equipo que actuará como coordinador del mismo (Scrum Master). El docente preparará el enunciado y definirá los bloques que componen el proyecto. El equipo, dirigido por el coordinador, realizará el desglose de tareas a completar en cada bloque, que irán conformando la "pila de producto". La lista de tareas de cada bloque constituirá un sprint. El equipo trasladará la pila de tareas de cada sprint a un tablero que permitirá visualizar el seguimiento del proyecto (tareas que están pendientes, en curso, pendientes de validación, y realizadas). En nuestro proyecto, para elaborar estos tableros se empleará Kanban (implementados con Trello).

La metodología ágil SCRUM, aplicada al ABP, permitirá que los estudiantes se sientan protagonistas de su propio aprendizaje y motivados. Al final del proyecto tendrán una visión más integrada y simplificada de los conceptos abordados en la asignatura. Además, los estudiantes afianzarán determinadas competencias transversales entre las que destacan la capacidad de resolución de problemas al enfrentarse a un proyecto real de complejidad creciente, su capacidad de análisis y síntesis y el fomento del trabajo colaborativo y en equipo.

## Referencias

[1] Martín Gómez, S. Aplicación de las Metodologías Ágiles al proceso de enseñanza aprendizaje universitario. Revista d'Innovació Docent Universitària, 2020, 12, 62-73. http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Estudia e investiga: introducción al alumnado en la investigación en Ingeniería Química

María José Orts[1,2]; Sergio Mestre[1,2]; Vicente Sanz[1,2], Enrique Sánchez[1,2], Eugeni Cañas[2]

(*tari@uji.es)

[1] Universitat Jaume I, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales, Avenida Vicente Sos Baynat s/n 12006, Castellón, España

[2] Universitat Jaume I, Instituto Universitario de Tecnología Cerámica – Agustín Escardino, Avenida Vicente Sos Baynat s/n 12006, Castellón, España

**Palabras clave:** formación investigadora; participación en proyectos

## Resumen

La Universitat Jaume I cuenta desde el curso 2008/09 con el programa "Estudia e investiga a la UJI", que tiene como objetivo ampliar la formación de los mejores estudiantes que cursan alguna de las titulaciones de su oferta académica. Mediante este programa, el alumnado tiene la posibilidad de obtener una formación investigadora a la vez que académica y les permite desarrollar su capacidad de reflexión y de análisis mediante el logro de competencias académicas y personales.

La participación del alumnado no está limitada y pueden formar parte del programa alumnos de los diferentes cursos de un mismo grado. La única diferencia es la forma de acceder al programa según el año cursado. Mientras que al estudiantado de primero se le ofrece la posibilidad de formar parte del programa si ha tenido una buena nota de acceso al grado o ha quedado finalista en cualquiera de las modalidades de las olimpiadas académicas, el estudiantado de segundo curso y posteriores puede acceder al programa si tiene un buen expediente académico, interés y motivación por la investigación.

En el programa, el estudiante se incorpora a un grupo de investigación, colaborando en uno de los proyectos en curso y participando en todas las fases: planificación, experimentación y análisis de resultados. El grado en Ingeniería Química participa desde el curso 2013-14 y la mayoría de los estudiantes se han incorporado al grupo de Investigación ChEMTECh: Ingeniería Química y Tecnología de Materiales, participando en proyectos que se estaban desarrollando en el Instituto Universitario de Tecnología Cerámica (IUTC), principalmente relacionados con la síntesis de pigmentos, de membranas cerámicas, optimización de suspensiones para proyección térmica o la caracterización de recubrimientos obtenidos por proyección termica de plasma. Los 10 estudiantes que, hasta ahora, han participado han mostrado su satisfacción con el programa y en algunos de ellos se ha despertado interés por la investigación, planteándose realizar el doctorado.

# Tutorías basadas en la resolución de casos en la asignatura de Termodinámica Aplicada

**J. García**, J.C. Domínguez, M.V. Alonso, S. Mateo, M. Oliet, V. Rigual

( *jgarcia@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en casos; autoaprendizaje; herramientas informáticas.

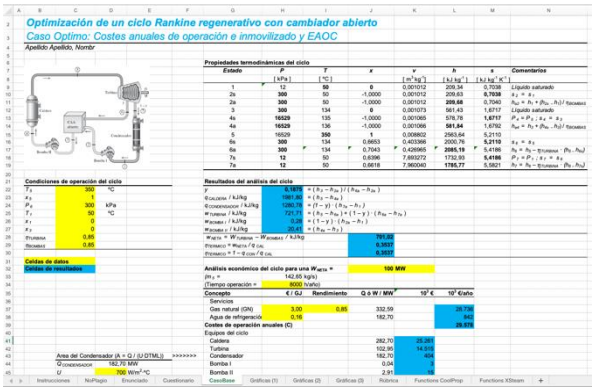
## Resumen

El objetivo de esta comunicación es describir el empleo de una metodología de aprendizaje basado en casos para el estudio de ciclos de potencia y refrigeración en la asignatura Termodinámica Aplicada, la cual se imparte en el segundo curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid.

En el curso 2020/2021 en el bloque de Termotecnia de la asignatura Termodinámica Aplicada se comenzaron a realizar y evaluar las tutorías a partir del estudio de casos a resolver con MS Excel y la biblioteca de propiedades termofísicas de código abierto CoolProp [1].

Los casos propuestos se basaron en la resolución de una serie de hojas de cálculo organizadas dentro de un libro Excel, planteándose además a los estudiantes cuestiones que debían contestar a partir de los resultados alcanzados en la resolución de los casos. De este modo, cada caso se iniciaba con una hoja de cálculo en la que se presentaba el ciclo termodinámico que los estudiantes debían analizar: un ciclo de potencia, en la primera tutoría, y un ciclo de refrigeración, en la segunda. Las hojas de cálculo incluían también el estudio de otros conceptos fundamentales de la Ingeniería Química como el análisis económico del proceso, el análisis de sensibilidad del ciclo, la selección del fluido empleado en el proceso, en particular en los ciclos de refrigeración (como introducción al estudio de variables discretas) y, finalmente, la optimización de los ciclos en función de una variable termodinámica, como la eficiencia térmica o el coeficiente de desempeño, o bien de la economía del proceso. En la Figura 1 se muestra, a modo de ejemplo, uno de los casos prácticos realizados basado en la resolución de un ciclo Rankine regenerativo, sobre el que los estudiantes debían estimar el coste de operación anual equivalente (EAOC) y realizar un análisis de sensibilidad en función de la presión de extracción del vapor de la turbina.

a)




b)

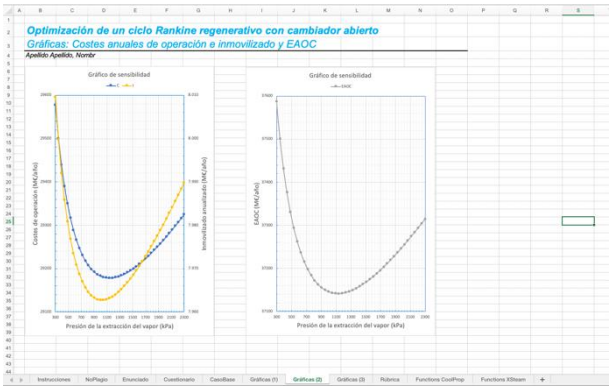



**Figura 1.** Ejemplo de caso: a) análisis termodinámico y económico de un ciclo Rankine regenerativo; b) análisis de sensibilidad del efecto de la presión de extracción del vapor de la turbina sobre el EAOC.

En el curso 2021/2022 se han continuado realizando las tutorías del bloque Termotecnia de la asignatura Termodinámica Aplicada, ampliándose el número de casos propuestos. En este curso, la aceptación de la nueva metodología por parte de los estudiantes ha sido muy superior a la del curso anterior, mejorándose su participación y los resultados obtenidos.

Los autores desean agradecer al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del proyecto Innova-Docencia nº 48 (2021-2022).

## Referencia

[1] Bell, I. H.; Wronski, J.; Quoilin, S.; Lemort, V. Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. Ind. Eng. Chem. Res. 2014, 53, 2498-2508.

# Break-out! colaborativo en tecnología de alimentos entre generaciones

**Marta Rumayor**[1,*], Maria Teresa Jimaré[2], Clara Casado-Coterillo[1]

([*]rumayormv@unican.es)

[1] Universidad de Cantabria, Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicacíon, Av. Los Castros 46, Santander, España

[2] Formaizen, Valencia, España

**Palabras clave:** escape-room; break-out; programa senior; grado; aprendizaje colaborativo

## Resumen

La tecnología de alimentos es una materia transversal que despierta interés en grupos muy diversos. En la Universidad de Cantabria se oferta como optativa de 4º grado de ingeniería química para dar a conocer pinceladas de una de las principales salidas de su titulación. También recibe acogida en el Programa Senior de la Universidad de Cantabria. Para aumentar la motivación y participación en clase de los estudiantes de grado observados en los últimos años [1], propusimos la iniciativa de aunar la experiencia y participación de los alumnos del Programa Senior con los alumnos del Grado en Ingeniería Química. Esta actividad ha sido organizada en torno a uno de los temas que es común en la guía docente de ambas asignaturas, impartida por conferenciantes externos (Figura 1, izquierda). Se ha cambiado la exigencia convencional de un resumen o un cuestionario posterior para evaluar el aprovechamiento de las conferencias impartidas por una actividad tipo *Break-out!* educativo [2] en el que los participantes recibían una ficha con un cuestionario con dos acertijos, cuyas respuestas se encuentran en el contenido de las conferencias, (Figura 1, derecha), de manera que al finalizar las mismas tuviesen que interactuar con los demás para completar un código de tres dígitos para abrir unos candados y entregar la ficha para la evaluación continua contenida en el cofre. En el cofre escondimos la encuesta de satisfacción de la actividad y un bolígrafo de cartón reciclado obsequio. A los participantes que rellenasen la encuesta, les ofrecimos un obsequio y material adicional.

| Enunciado 1 | Grado | Senior |
|---|---|---|
| Grupos homogéneos | 71% | 33% |
| Información adecuada | 43% | 67% |
| Acertijos adecuados al | 100% | 67% |
| nivel | 64% | 33% |
| Colaboración en el grupo | 79% | 67% |
| Satisfacción con la actividad | | |

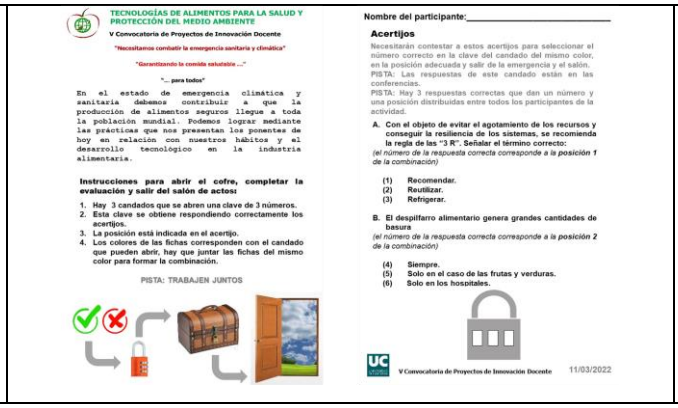



**Figura 1.** (izquierda) Resultados briefing y encuesta; (derecha) ejemplo de fichas de la actividad.

Un análisis preliminar de los resultados de la encuesta permite anticipar que actividades de tipo colaborativo relacionando generaciones entre asignaturas de contenido similar podría vencer reticencias iniciales, dado que dos terceras partes de los participantes opinaron que la interacción entre generaciones favorecería el aprendizaje y la resolución de problemas relacionados con la industria alimentaria. Las autoras agradecen la financiación de la V convocatoria de proyectos de innovación docente de la Universidad de Cantabria.

## Referencias

[1] A.J. Fletcher, A.W.A. Sharif, M.D. Haw, M.D., 2017. Educ. Chem. Eng. 18, 11–25..

[2] M.T. Jimaré-Benito, "Juegos de Escape Educativos: Equipos de Alto Rendimiento y Formación Gamificada", pp.55. ISBN-13: 979-8636802945, Amazon. EU S.a.r.L..

# Virtualización como herramienta de mejora de la transferencia del conocimiento teórico a la práctica

Mª Carmen Gutiérrez, **José A. Siles**, Pedro Márquez, Manuel Toledo, Arturo F. Chica, Mª Ángeles Martín

(*a92siloj@uco.es)

Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química. Instituto Universitario de Nanoquímica (IUNAN), Campus de Excelencia CeiA3, Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba

**Palabras clave:** virtualización; transferencia; aprendizaje autónomo; herramientas complementarias.

## Resumen

Este estudio ha evaluado, desde el punto de vista docente, la virtualización de una práctica de laboratorio que actualmente se imparte en las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales (Grado CCAA) y Gestión medioambiental en la industria alimentaria (Grado CYTA). El objetivo perseguido es reforzar competencias de conocimiento y habilidades del alumnado durante su trabajo autónomo [1]. Concretamente, se ha virtualizado la práctica denominada "Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)", en la cual se utiliza el método normalizado en la caracterización de aguas residuales. El desarrollo virtual de esta práctica tiene un carácter innovador que pretende fomentar la motivación del alumnado con el aprendizaje a través de material digital [2]. Las ventajas de virtualizar esta práctica son múltiples: (1) Permite que el alumno visualice la práctica tantas veces como sea necesario para su total comprensión, lo cual complementa su formación previa en el laboratorio; (2) La posibilidad de generar agrupamientos de mayor número de alumnos en el desarrollo experimental de la práctica, al haberla previsualizado y evaluado antes de su desarrollo presencial permite minimizar el consumo de recursos materiales, ya que supone un ahorro considerable de reactivos con elevado carácter contaminante, involucrados en el desarrollo de la práctica, como el dicromato potásico o el ácido sulfúrico, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la agenda 2030; (3) Permite la realización de la práctica virtualizada a personas discapacitadas con imposibilidad de desarrollarla en el laboratorio o en situaciones excepcionales, como la crisis sanitaria actual.

La práctica virtualizada ha sido facilitada al alumno a través de un enlace antes de llevar a cabo las prácticas de laboratorio, la cual incluye una explicación paso a paso del procedimiento, material y reactivos necesarios en la práctica, además de incluir el fundamento de la práctica y su importancia en el tratamiento de aguas residuales.

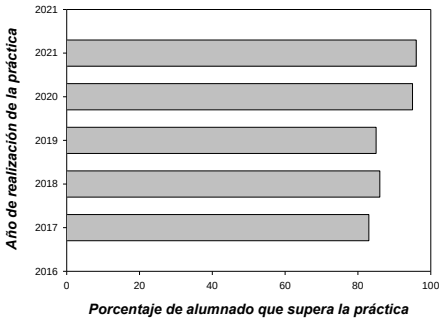



**Figura 1.** *Resultados porcentuales de alumnos que han superado la práctica en cuatro años consecutivos.*

Al igual que todos los años, los alumnos al finalizar sus prácticas han realizado un cuestionario y una memoria de la práctica que incluye todos sus contenidos y cálculos. Sin embargo, de manera adicional los alumnos han podido afianzar el procedimiento de la práctica en casa con la práctica virtualizada. Como puede observarse en la **Figura 1**, con la introducción de esta herramienta se ha obtenido una mejoría en el porcentaje de alumnos que han superado esta práctica, incrementando de valores de en torno al 85% al 95-96%.

## Referencias

[1] Aizpurua A.; Lizaso I.; Iturbe I. Learning Strategies and Reasoning Skills of University Students, Rev. Psicodidact. 2018, 23, 110–116.

[2] Garrido M.C.; Santiago G.; Márquez M.G.; Poggio L., Gómez S. The impact of digital resources in the learning and the development of the competence Analysis and Synthesis, Educ. Medica. 2019, 20, 74–78.

## Agradecimientos

MCIN/AEI (PID2020-117438RB-I00); PYC20 RE048 UCO

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Biorrefinerías lignocelulósicas como proyecto para un aprendizaje transversal, activo y basado en la investigación

**Ismael Díaz**[1,*], Manuel Rodríguez[1], María González-Miquel[1], Emilio J. González[1], Salvador León[1], Arturo Pérez[1], Rubén Santiago[1,2]

([*]ismael.diaz@upm.es)

[1] Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, C/ Jose Gutiérrez Abascal, 2 Madrid, España

[2] Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, C/ Francisco Tomás y Valiente, 7 Madrid, España

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en investigación, biorrefinerías, aprendizaje activo.

## Resumen

Una de las características de la generación de estudiantes universitarios actuales (la conocida como Generación Z) es su tendencia a la inmediatez y la multitarea; siendo, en contraposición con generaciones anteriores, una generación menos reflexiva. En este sentido, con el objetivo de favorecer un aprendizaje más transversal y global en las titulaciones (grado y máster) de ingeniería química, se plantea en este trabajo la introducción de un caso de trabajo común a varias asignaturas, íntimamente relacionado con la investigación realizada en el grupo de profesores e investigadores participantes (aprendizaje basado en la investigación, ABI). Los beneficios esperados de la implementación de este caso común de trabajo radican no solo en la mejora de la integración de contenidos de los estudiantes, sino también en el desarrollo de nuevas competencias y habilidades de análisis, pensamiento crítico y reflexión, al introducir a los alumnos en nuevos procesos químicos en fase de investigación. Otro impacto muy importante esperado sobre los estudiantes es una mayor concienciación en materia de sostenibilidad y una mejora de su compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, al sumergirles en el mundo de la nueva industria química del futuro, el reto energético actual y la necesidad de cambio a un modelo productivo no basado en recursos fósiles. Además, se prevé también la consecución de otros beneficios secundarios derivados de una mayor cercanía con el trabajo de investigación de los profesores e investigadores del departamento. Entre otros, les permitirá orientarse y mejorar su motivación en la búsqueda y ejecución de trabajos fin de titulación y mejorará el desarrollo de vocaciones investigadoras entre los estudiantes.

El caso de trabajo seleccionado para su desarrollo coordinado en las diferentes asignaturas son las biorrefinerías lignocelulósicas. Actualmente, los investigadores del grupo forman parte del proyecto "Tecnologías para la mejora de la sostenibilidad de procesos y productos basados en biomasa lignocelulósica (SUSTEC)" financiado por la Comunidad de Madrid. El objeto central del mismo es el desarrollo de nuevos esquemas de biorrefinerías lignocelulósicas más sostenibles, siendo ideal para su implementación en el aula ya que en él se trabajan diferentes áreas de la ingeniería química como los biorreactores, las operaciones de separación, el diseño de procesos, y la simulación y optimización de procesos químicos entre otras materias.

De esta forma, en este trabajo se presenta un ejemplo de biorrefinería de residuos de poda de olivo, en el cual se identifican diferentes aspectos para su trabajo en las asignaturas propuestas (Principios de los Procesos Químicos, Ingeniería de Procesos y Productos y Reactores Químicos del Grado en Ingeniería Química y Optimización de Procesos e Integración de Procesos del Máster Universitario en Ingeniería Química). Asimismo, se proponen de forma específica algunas de las herramientas y material desarrollados para su implementación en el aula (problemas, vídeos, simulaciones, actividades interactivas, etc.).

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento por la financiación recibida a la Comunidad de Madrid a través del proyecto SUSTEC (P2018/EMT-4348) y a la Universidad Politécnica de Madrid a través del proyecto de innovación educativa IE22.0509

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas en asignaturas del área de Ingeniería Química

R.M. Fernández Domene, J.P. Cerisuelo, A. García Moreno, J.B. Giménez, M. Izquierdo, A.L. Jiménez, N. Martí, J. Ribes, M.V. Ruano, R. Sanchis, P. San Valero, R. Sánchez Tovar, B. Solsona, J.D. Badia, **A. Cháfer***

(*amparo.chafer@uv.es)

[1] Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Química y Medioambiental (IDIQMA). Departamento de Ingeniería Química. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universitat de València. Avinguda de la Universitat s/n 46100 Burjassot, València.

**Palabras clave:** (Aprendizaje Basado en Problemas; metodologías activas; Objetivos de Desarrollo Sostenible; competencias; Ingeniería Química).

## Resumen

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología activa de enseñanza/aprendizaje centrada en el alumnado, en la que las y los estudiantes aprenden sobre una cierta materia o tema mediante el trabajo cooperativo en grupos reducidos, cuyo propósito es resolver problemas con diferentes grados de complejidad y similares a aquellos a los que se tendrán que enfrentar a lo largo de sus carreras profesionales y también en su día a día. De entre las numerosas competencias que el alumnado puede desarrollar con esta metodología activa se encuentran las competencias de resolución de problemas, de trabajo en equipo, de pensamiento crítico, habilidades comunicativas, etc. En este trabajo se presenta el proyecto de innovación docente denominado P-Balance, desarrollado por el Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Química y Ambiental de la Universitat de València (IDIQMA, www.uv.es/idiqma), y cuyo objetivo principal ha sido el diseño e implementación de una metodología específica de ABP, en varios grados (Ingeniería Química, Ingeniería Electrónica Industrial, Biotecnología, Ciencias Ambientales y Química) y un Máster (Ingeniería Ambiental) en los que imparte docencia el personal docente del Departamento de Ingeniería Química de la Universitat de València. La metodología del ABP se ha implementado en diversas asignaturas del área de la Ingeniería Química, como Ingeniería de Procesos y Productos (I y II), Ingeniería de la Contaminación Ambiental, Ciencia de Materiales, Operaciones Básicas en Procesos Biotecnológicos y Tratamiento de Emisiones y Residuos, entre otras.

La base del ABP son los problemas en sí mismos, los cuales deben abordar situaciones de la vida real que los futuros profesionales se encontrarán en sus puestos de trabajo. Por tanto, se ha elaborado una lista de problemas para cada una de estas asignaturas, en concordancia con los resultados de aprendizaje y las competencias trabajadas en las mismas. También se han desarrollado, en cada uno de los casos, herramientas de evaluación de los problemas propuestos (rúbricas). Asimismo, se ha diseñado una encuesta que ha servido para preguntar al alumnado y para que puedan valorar de qué manera la metodología activa del ABP les ha ayudado a adquirir los resultados de aprendizaje y las competencias trabajadas en esas asignaturas, y qué puntos fuertes y débiles han detectado durante la implementación del ABP.

En general, se ha observado una satisfacción del alumnado con respecto al uso de esta metodología activa de enseñanza/aprendizaje en el aula, indicando que consideran que el ABP les puede ser de utilidad en el futuro cuando tengan que enfrentarse a problemas reales en su vida profesional, y que esta metodología les ha permitido adquirir competencias no específicas de las asignaturas involucradas, como la búsqueda de información, el trabajo en equipo o las habilidades comunicativas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Departamento de Ingeniería Química y de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat de València. Asimismo, se reconoce el apoyo del Vicerrectorado de Ocupación y Programas Formativos de la Universitat de València, a través del proyecto P-BALANCE, con referencia UV-SFPIE_PID-1639241.

# Aportaciones personales a una clase invertida

**Consuelo Pizarro** [1,*]

(*pizarroconsuelo@uniovi.es)

[1] Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Facultad de Química, Av. Julián Clavería, 8, Oviedo, España

**Palabras clave:** (clase invertida; vídeos didácticos; aprendizaje autorregulado; feedback).

## Resumen

La forma tradicional con la que se abordan las clases de resolución de problemas en la asignatura de Química Industrial del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo consiste en explicar los conceptos teóricos y solucionar algún problema tipo. El inconveniente que plantea este modo es que, debido a la falta de tiempo, no se suelen resolver todas las dudas que surgen cuando los alumnos tienen que solucionarlos por si mismos. Además, no se puede profundizar y el número de ejercicios que se realizan en clase es bastante reducido.

Para tratar de mejorar esta situación se decidió aplicar la metodología de la clase invertida utilizando videos de creación propia orientados a la resolución de problemas. La elaboración de estos materiales supuso la selección de contenidos, la elaboración de guiones y presentaciones específicas, la adquisición de material de grabación y por último la edición y publicación de los vídeos. Los alumnos, por su parte, deben implicarse y trabajar en casa, molestarse en realizar el visionado, interiorizar los conceptos y comprender los distintos cálculos ya que, sin este trabajo previo, no podrían seguir ni realizar correctamente los ejercicios propuestos en clase. Esta forma de trabajo conlleva una participación más activa en el aprendizaje [1].

De esta forma en las clases se dispone de más tiempo para resolver dudas y explicar los cálculos que les resulten más complicados. El feedback con el alumno permite al profesor detectar cuáles son los errores más habituales y realizar otros problemas en los que irá aumentando el grado de dificultad a la vez que se comprueba que los están entendiendo.

Facilitando el material necesario para el autoaprendizaje se ha conseguido reducir el tiempo dedicado a las clases expositivas tradicionales, aumentar el aprendizaje no presencial, emplear las clases para consolidar lo aprendido, más tiempo para resolver dudas, incentivar la asistencia y mejorar la comunicación con el alumnado.

Se evalúa al alumno mediante la resolución en clase (de forma individual, ya que formará parte de la evaluación continua) de un ejercicio parecido a los realizados, comprobando así también cómo de efectiva ha sido la metodología.

Para que el alumno disponga del tiempo suficiente para trabajar los problemas, los vídeos se "cuelgan" con suficiente antelación en un canal privado de YouTube. La utilización de la herramienta estadística de esta plataforma ha permitido detectar que el número de horas de visualización es elevado, han visto los videos varias veces y, de alguno de ellos, han repetido determinados fragmentos. Los días anteriores a realizar el ejercicio evaluable y a las fechas de los exámenes aumentó el número de visualizaciones, lo que indica que les resultan útiles para preparar la asignatura.

El grado de satisfacción de los estudiantes se midió mediante una encuesta anónima, donde se recogió su opinión sobre esta forma de trabajar los problemas y sus sugerencias de mejora. Prefieren la clase invertida a la tradicional, opinan que les sirve para participar de forma activa, el material didáctico elaborado les resulta útil y les permite trabajar a su propio ritmo, pudiendo visualizar las veces que quieran las explicaciones de aquellas partes que les cuesta más entender.

La grabación de estos vídeos facilita al profesor un medio de autocrítica, ya que verse a sí mismo le ayuda a reflexionar sobre su forma de impartir las clases y a buscar la manera de mejorar las explicaciones a sus estudiantes.

## Referencias

[1] Chen, Y.;Wang, Y.; Chen, N. S. Is FLIP enough? Or should we use the FLIPPED model instead? Computers & Education. 2014, 79, 16–27.

## Agradecimientos

La autora agradece a la Universidad de Oviedo la concesión del Proyecto de Innovación Docente 2020 (PINN-20-A-105).

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Elaboración de Recursos Audiovisuales para Actividades Prácticas en Planta Piloto en el Grado en Ingeniería Química

**C.M. Fernández-Marchante**, J.M. García-Vargas, J. Llanos, A. De Lucas-Consuegra, I.F. Mena, M.A. Montiel, A.R. De la Osa, A.M. Borreguero, E. Lacasa, M. Muñoz, M.L. Sánchez-Silva, M.T. García.

(*Carmenm.fmarchante@uclm.es)

Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Av. Camilo José Cela, 10, 13005 Ciudad Real, España.

**Palabras clave:** Recursos audiovisuales, seguridad, planta piloto, ingeniería química

## Resumen

El objetivo principal de este estudio es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la seguridad en las actividades prácticas en el Laboratorio Integrado de Procesos y Productos en la Planta Piloto en el Grado de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, desarrollando material audiovisual. Se pretende abordar, desde un contexto global, el fomento de la autonomía y el autoaprendizaje por parte del alumno para adquirir las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio en la Planta Piloto. Este estudio cuenta con un equipo de trabajo formado por el profesorado que imparte las asignaturas de estudio y esta metodología se desarrolla sobre la experiencia de este grupo [1]. En años anteriores, los alumnos disponían de guiones de prácticas para realizar los ejercicios prácticos, pero esperaban la explicación del profesor para entender el procedimiento experimental. No se pretende sustituir las explicaciones del profesor, sino conseguir que el alumno esté mejor preparado.

Estos recursos audiovisuales se han desarrollado en la asignatura del Grado en Ingeniería Química como medio de coordinación transversal y suponen una nueva metodología docente acorde con el EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), con la implementación de recursos y materiales innovadores que permiten mejorar y renovar los procesos de enseñanza-aprendizaje. El material audiovisual consiste en vídeos cortos de aproximadamente 5 minutos. En estos vídeos, el profesor muestra el procedimiento experimental haciendo hincapié en el funcionamiento de la instalación y en las medidas de seguridad a tomar en caso de emergencia. Las herramientas y recursos audiovisuales se van a presentar a través de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), concretamente la plataforma Moodle, donde también están disponibles las normas de seguridad y los guiones de prácticas, cuyo desarrollo contribuye a mejorar las competencias digitales del profesorado de la titulación.

Los profesores presentan unos cuestionarios puestos a su disposición, mediante los cuales se puede determinar si los alumnos han trabajado el material presentado y su conocimiento de los contenidos, así como, las normas de seguridad de los diferentes equipos, antes de realizar las prácticas de laboratorio. Los resultados obtenidos de estos cuestionarios forman parte de la evaluación de las diferentes asignaturas. Finalmente, alumnos y profesores realizan encuestas de satisfacción comprobando la mejora de la propuesta introducida. Cabe destacar que esta metodología es claramente innovadora, ya que promueve la elaboración de contenidos teórico-prácticos con herramientas y recursos que sitúan al alumno como actor principal en su desarrollo.

Además de trabajar en varias de las líneas de trabajo prioritarias del EEES, demostrando así su coherencia y consistencia con las propuestas del EEES y su adecuación a los objetivos. Este tipo de procedimiento ha motivado a los alumnos y acelera el proceso educativo, mejorando su rendimiento y satisfacción.

Se agradece el apoyo de la Universidad de Castilla-La Mancha al proyecto "*Elaboración de Recursos Audiovisuales para Actividades Prácticas en Planta Piloto en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas*"

## Referencias

[1] J. Llanos, C. M. Fernández-Marchante, J. M. García-Vargas, E. Lacasa, A. R. de la Osa, M. L. Sanchez-Silva, A. De Lucas-Consuegra, M. T. Garcia, and A. M. Borreguero. Game-Based Learning and Just-in-Time Teaching to Address Misconceptions and Improve Safety and Learning in Laboratory Activities. Journal of Chemical Education, 2021, 98(10), pp. 3118–3130.

# Lab at home: desarrollo de prácticas de laboratorio para tiempos de pandemia

**Marcos Larriba**[1], V. Ismael Águeda[1], Silvia Álvarez-Torrellas[1], Maria Martin-Martinez[1], Jaime Carbajo[1], José Antonio Delgado[1], Juan García[1], Gabriel Ovejero[1]

[1] Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España.
(*marcoslarriba@ucm.es)

**Palabras clave:** Docencia Virtual; Prácticas de laboratorio; Ingeniería Térmica; Operaciones de Separación; Impresión 3D.

## Resumen

La pandemia causada por el virus de la COVID-19 ha obligado al diseño de nuevas metodologías docentes para ser empleadas en docencia virtual. Durante el curso 2019/20, las prácticas de laboratorio experimentales se sustituyeron, en la mayoría de los casos, por prácticas virtuales centradas únicamente en el tratamiento de datos experimentales. Para garantizar la adquisición de competencias experimentales de los estudiantes del Grado en Ingeniería Química en periodos de docencia no presencial durante crisis sanitarias, se han diseñado instalaciones experimentales ser enviadas a los domicilios de los estudiantes en situación de confinamiento. Con este objetivo, se han implementado prácticas de laboratorio para las asignaturas de Ingeniería Térmica y Operaciones de Separación, ambas de tercer curso del Grado en Ingeniería Química.

Para la asignatura de Ingeniería Térmica, se han confeccionado dos instalaciones mediante diseño e impresión 3D con la tecnología de fabricación con filamento fundido y empleando ácido poliláctico como material constructivo. El objetivo de ambas instalaciones fue estudiar la transmisión de calor por conducción y convección en intercambiadores de calor. En la Figura 1 a) se muestra el intercambiador de calor de tubos concéntricos con los dos termómetros de alcohol empleados para el seguimiento de la temperatura de los fluidos.

Para Operaciones de Separación, se diseñó una práctica de extracción líquido-líquido de dos colorantes, rodamina B y azul de bromotimol, en fase acuosa empleando geraniol como disolvente a varios pH. Asimismo, se diseñó una práctica de adsorción de rodamina B con carbón activado, mostrándose ambas prácticas en la Figura 1 b) y c). Las concentraciones de los colorantes tras la separación se determinaron mediante un colorímetro portátil de bajo coste, determinando los rendimientos de extracción y los coeficientes de reparto en la práctica de extracción y la capacidad de adsorción del carbón activado y la curva de rotura en la práctica de adsorción en lecho fijo.

**Figura 1.** Imágenes de las instalaciones y prácticas desarrolladas. a) Cambiador de calor de tubos concéntricos diseñado e impreso en 3D. b) Práctica de extracción líquido-líquido. c) Práctica de adsorción en lecho fijo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la UCM la financiación de los proyectos INNOVA 2020-78 y 2021-142 y los proyectos Aprendizaje-Servicio 2019-25 y 2020-30 y a la Comunidad de Madrid por el proyecto S2018/EMT-4341.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Estudio de la aplicación de tecnologías docentes universitarias no presenciales en titulaciones científico-técnicas

**Alicia Font**[1*], Ignacio Aracil[1], Inmaculada Blasco[1], Mónica Camacho[2], María José Fernández[1], Amparo Gómez[1], Antonio Samper[2], Raquel Salcedo[1]

([*]Alicia.Font@ua.es)

[1] Universidad de Alicante, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Apdo. 99, 03080-Alicante, España

[2] Universidad de Alicante, Departamento de Agroquímica y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Apdo. 99, 03080-Alicante, España

**Palabras clave:** análisis; tecnologías docentes; docencia dual; titulaciones científico-técnicas.

## Resumen

Durante el curso 2020-2021, en el contexto de la pandemia, llevamos a cabo un profundo análisis de las experiencias educativas desarrolladas en distintas titulaciones científico-técnicas de la Universidad de Alicante. La investigación se circunscribió a siete asignaturas relacionadas con las ciencias (Grado en Química) y las ingenierías (Grado y Máster en Ingeniería Química y Grado en Ingeniería Biomédica) de primero a cuarto de Grado y Máster. Se seleccionaron estas titulaciones porque en ellas se daban asignaturas con muy distintas actividades formativas como teoría, problemas, prácticas (de ordenador o laboratorio), tutorías, seminarios, etc. Además, se pensaba que las conclusiones podían ser potencialmente extensibles a otras asignaturas y titulaciones de la rama científico-técnica. Para realizar este análisis se usaron indicadores de percepción y de rendimiento académico, recopilando la opinión del alumnado mediante encuestas estructuradas y otras preguntas de respuesta abierta que permitía recoger nuevas propuestas, sugerencias y opiniones. La idea inicial era recopilar las mejores tecnologías aplicadas en esta universidad, analizarlas, compararlas con las tradicionales y extraer las que mejores resultados daban dependiendo de la tipología de la asignatura con el fin de elaborar un catálogo de buenas prácticas en la docencia semipresencial que pretendía servir de orientación al profesorado de enseñanzas científico-técnicas para implementar y mejorar su docencia presente y futura.

Sin embargo, al recopilar la información resultó especialmente complejo extraer conclusiones válidas para todo tipo de asignaturas con independencia de las características de las mismas. Por las respuestas del alumnado se podía apreciar que éste prefería tecnologías activas y motivadoras, mientras que parece que rechazaba aquellas que implican mayor esfuerzo de trabajo autónomo

En general, como era de esperar, se puede concluir que la implementación de metodologías innovadoras es bien valorada por docentes y discentes. Sin embargo, implica muchas veces una inversión de tiempo que no compensa ese esfuerzo extra que suponen, ni por mejoras en la percepción ni en los resultados de aprendizaje. Por ejemplo, resultó paradigmático que la clase inversa, que se postulaba como una de las mejores metodologías de cara al futuro de la docencia, no resultara muy bien valorada ni por el alumnado ni por el profesorado. Las causas de estos resultados son variadas y complejas.

Otro hallazgo interesante fue constatar que los recursos y metodologías tradicionales bien implementadas podían ser perfectamente válidos en los nuevos contextos docentes. Eso sí, siempre que se hiciera un especial énfasis en promover la participación y el trabajo autónomo del alumnado, buscando la motivación del mismo a través de retos de razonamiento que le impulsaran a profundizar en la comprensión de la materia. Sin embargo, cabe resaltar las "sorpresas" que nos hemos encontrado en este apartado.

Con toda la información obtenida se llegó a elaborar una especie de catálogo de recomendaciones por tipo de materia y actividad, analizando ventajas e inconvenientes, que se ha presentado en forma de web.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Proyecto ACUARIO: Un elemento dinamizador para la asignatura de Cinética Química y Catálisis

**María-Fernanda López-Pérez**[1,*], Cesar Quijada[2], Salvador C. Cardona[1], Vicent Formbuena[1], Jaime Lora[1], Carlos Carbonell[1]

([*]malope1@iqn.upv.es)

[1] Universitat Poltècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Plaza Ferràndiz-Carbonell s/n, Alcoy, España

[2] Universitat Poltècnica de València, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. Plaza Ferràndiz-Carbonell s/n, Alcoy, España

**Palabras clave:** Acuario, aula dinamizadora, Cinética Química, Ingeniería Química

## Resumen

En este trabajo se presenta la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Cinética Química y Catálisis de 2º Curso del Grado de Ingeniería Química empleando un Acuario Marino como Sistema Objeto de Aplicación. La actividad forma parte de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa PIME (convocatoria Aprendizaje+Docencia 2021, UPV), donde el acuario actúa como nodo de conexión entre asignaturas para implantar esta metodología activa de aprendizaje en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA). Un acuario marino es un sistema acuícola en recirculación (SAR) de agua salada, provisto de un conjunto de accesorios de soporte vital, tratamiento y purificación de agua, que se encargan de mantener un estado ecológico óptimo para la supervivencia y bienestar de los organismos que lo habitan [1]. Durante las operaciones periódicas de desinfección con ozono se forman y acumulan especies bromadas potencialmente dañinas para la vida marina. Este fenómeno es motivo de preocupación en cualquier SAR marino, tanto en el ámbito de la acuariofilia como en el sector de la acuicultura. El problema planteado en la asignatura de Cinética Química y Catálisis aborda la formación de productos bromados oxidados por reacción de ozono con iones bromuro presentes como impurezas en un agua marina sintética. La conexión de este problema con un acuario físicamente accesible contribuye a resaltar el interés práctico del mismo, fomenta la motivación del alumnado y su conocimiento de retos contemporáneos relacionados con el ODS 14 (conservación y uso sostenible de los ecosistemas marinos).

El objetivo de la actividad a desarrollar es la determinación del tiempo que el agua pueda permanecer sin renovación debido a la acumulación de productos tóxicos (sin tener en cuenta la evaporación). Para ello, deben poder determinar el modelo cinético y calcular las constantes cinéticas de la reacción entre el bromuro y el ozono. Los pasos que hemos seguido para que los alumnos realicen el trabajo han sido:

1. Sesión de visita al acuario real para observar su funcionamiento y sus principales elementos. También disponen de un dossier explicativo, que incluye las características de la sal empleada y otros detalles necesarios para plantear los balances de materia que les ayudarán a resolver el problema.
2. Se les ha facilitado datos de experimentos reales realizados en reactores discontinuos entre el ozono y el ion bromuro para que puedan calcular las constantes cinéticas y plantear el modelo cinético.
3. Se les ha facilitado instrucciones y normas generales de entrega, materiales y recursos necesarios para su ejecución, cómo será la evaluación, fechas importantes y recomendaciones.
4. Pase de una encuesta a la entrega del trabajo, para valorar aspectos de implicación en el trabajo, asistencia a reuniones de trabajo, calidad del producto-informe, valoración del aprendizaje, propuestas de mejora.

Para la realización de la actividad no se requiere un uso del acuario propiamente dicho, pero sí es preciso un trabajo de campo, en el que el estudiante debe interactuar con la instalación para conocer todos los elementos presentes en el montaje y las medidas exactas de los tanques, además de calcular los caudales que se trasvasan desde el tanque de peces a los tanques de tratamiento del agua. La implicación en el conocimiento de este sistema real le motivará para enfrentarse a los trabajos que se realizarán en otras asignaturas del grado, especialmente en 3º y 4º curso.

## Referencias

[1] ] F. Calascibetta, L. Campanella, G. Favero, L. Nicoletti, An aquarium as a means for the interdisciplinary teaching of Chemistry, J. Chem. Edu., 10 (2000) 1311-1313.

Los autores agradecen a la Universitat Politècnica de València. Convocatoria A+D. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa la concesión del proyecto PIME/21-22/274.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Salvar a la Dra. Arnold: un escaperoom para ingeniería química

**Mª Concepción Herrera**[*], María Ángeles Larrubia, Marina Cortés-Reyes, Sergio Molina-Ramírez, Vanesa Domínguez-Barroso, Rafael González-Gil, Luis J. Alemany

([*]concepcionhd@uma.es)

Universidad de Málaga, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos E-29071, Málaga, España

**Palabras clave:** gamificación; escaperoom; Ingeniería Química; laboratorio

## Resumen

Se ha diseñado e implementado un *Escaperoom* para ser aplicado como herramienta de gamificación en la educación superior. El objetivo principal ha sido involucrar a los estudiantes en su propio aprendizaje, aumentando así la motivación, para cerrar la brecha entre la Ingeniería Química del aula y el mundo real, así como permitir el trabajo en equipo y el aprendizaje entre pares. Además, también se abordaron los desafíos actuales que preocupan a la sociedad en la actualidad como son la Energía, el Transporte, la Contaminación y la Seguridad y el mejor aprovechamiento de los Recursos. En el proyecto participaron estudiantes de los últimos años del Grado en Ingeniería Química y del primer año del Máster.

La implementación constó de tres fases: la primera se denominó "Concurso de diseño de *Escaperoom*", en la que los propios alumnos presentaron sus propuestas. De todas las propuestas recibidas, se eligió como propuesta ganadora una presentada por estudiantes de Máster. La trama principal del juego consistía en encontrar los documentos relacionados con la investigación que llevó a cabo la Dra. Arnold en el campo de los pesticidas antes de que unos asesinos la mataran. La segunda fase consistió en la adaptación del juego ganador a un laboratorio real de Ingeniería Química. Posteriormente, la tercera y última fase fue el desarrollo del juego en sí, por los distintos equipos que se inscribieron. Paralelamente, se ha contado con un equipo de control compuesto por estudiantes de doctorado que se comprometió inicialmente a jugar para evaluar y adaptar, si fuera necesario, la complejidad de los desafíos. El *Escaperoom* estuvo compuesto por ocho pruebas interconectadas de acuerdo a la trama propuesta (Salva a la Dra. Arnold) a desarrollar en un laboratorio de Ingeniería Química, estando dichas pruebas relacionadas con los conocimientos adquiridos en el Grado. Así, se programaron: un crucigrama con definiciones de conceptos específicos de Ingeniería Química, lecturas de artículos científicos con códigos secretos, ajustes de reacciones químicas, una práctica de laboratorio experimental, resolución de un script de Matlab, resolución de un balance de materia y ordenar diferentes imágenes de una planta de tratamiento de aguas residuales. Todas estas pruebas se interconectaron para proporcionar diferentes claves y soluciones para abrir el criptex final y desbloquear las pruebas posteriores. A su vez, se instaló una cámara en el laboratorio para poder realizar un seguimiento de los participantes, comunicarse o dar pistas. En el juego participaron cuatro grupos de alumnos heterogéneos y todos lograron descrifrar las pruebas.

El *Escaperoom* tuvo un alto impacto en todos los participantes de la propuesta, los docentes, así como los alumnos que participaron en las tres fases. Fue posible verificar no solo el nivel de autonomía y la profundidad de conocimiento con que los estudiantes participaron de esta iniciativa, sino también cierta desigualdad entre ellos. De hecho, los alumnos que presentaron sus propuestas de juego pudieron poner en práctica algunos conocimientos adquiridos, reforzando así su comprensión y, sobre todo, tratando de adaptarla a un entorno de juego. Se concluyó que los alumnos participantes mejoraron su motivación, interés e implicación en su autoaprendizaje y, al mismo tiempo, han reforzado otras competencias transversales como el trabajo en equipo, entre otras.

Agradecimientos: Proyecto Innovación Educativa PIE-19-182 Universidad de Málaga.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# El volcán de La Palma, un ejemplo actual del aprendizaje basado en proyectos en Ingeniería Química

**Héctor de Paz Carmona**[1,*], María Emma Borges Chinea[1,*]

([*]hpazcarm@ull.edu.es / [*]eborges@ull.edu.es)

[1] Universidad de La Laguna (ULL), Departamento de Ingeniería Química, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, España

**Palabras clave:** ABP; Ingeniería Ambiental; Caso práctico; Investigación; Competencias profesionales

## Resumen

El 19 de septiembre de 2021, entró en erupción el volcán "Cumbre Vieja" en la isla de La Palma. Durante casi tres meses, el volcán expulsó más de 159 millones de metros cúbicos de material magmático y cenizas, cambiando significativamente la superficie de la isla [1]. Los materiales volcánicos pueden utilizarse para la construcción, como abono o incluso para aplicaciones energéticas relacionadas con una economía verde y circular. Por todo esto, el volcán de La Palma ha sido objeto de un proyecto válido para el aprendizaje dentro de la docencia en Ingeniería Química, utilizándolo como nueva metodología docente dentro del marco del aprendizaje basado en proyectos (ABP) [2].

El objetivo de este ABP aplicado al volcán de La Palma, consistió en el desarrollo de competencias transversales y capacitación profesional de los estudiantes en el área de la Ingeniería Ambiental. De este modo, como futuros Ingenieros Químicos expertos en esta materia, se les pidió elaborar un informe ingenieril ficticio válido para presentar a las autoridades de la isla durante la crisis ocurrida derivada de la erupción. La elaboración de ese informe les permitió repasar las bases químicas de las reacciones REDOX, estudiar las principales reacciones REDOX que se dan en sistemas ambientales de interés e investigar cómo afectaba la lava del volcán que cae al mar (fajana) al ecosistema acuático del fitoplancton de la zona afectada y qué relación tiene con el ciclo de nutrientes (C, N y P). Para ello, se les suministró diverso material científico sobre los ciclos del azufre, nitrógeno y fósforo, así como las reacciones redox que tienen lugar.

Durante el desarrollo de la actividad los estudiantes tuvieron que, una vez trabajado el material suministrado, sacar conclusiones con respecto a cómo afectará la lava del volcán que cae al mar en el ecosistema acuático del fitoplancton de la zona y qué relación tiene con el ciclo de nutrientes y reacciones REDOX que se ha trabajado en el tema. Como resultado de la actividad los estudiantes tuvieron que desarrollar la competencia de elaborar informes y valorar razonadamente actuaciones futuras a realizar por la sociedad o comunidad cercana a lugar de la erupción en base a las conclusiones del mismo.

La actividad correspondiente a la puesta en práctica de la nueva metodología docente desarrollada utilizando el aprendizaje basado en proyectos, estuvo enclavada dentro del Tema 2 "*Química y microbiología en la Ingeniería Ambiental*" de la asignatura Ingeniería Ambiental del Grado en Ingeniería Química Industrial de la ULL. Durante el desarrollo de la misma, los estudiantes tuvieron la oportunidad de trabajar con un caso práctico y de candente actualidad que les permitió conectar los sucesos actuales con los contenidos /competencias previstas en ese tema de la asignatura. Por tanto, la actividad sirvió como herramienta práctica para trabajar principalmente las siguientes competencias generales: "*Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad*", "*Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas*" y las siguientes competencias transversales entre otras: *"Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico"*, *"Capacidad para la creatividad y la innovación"*. La actividad tuvo una buena acogida por gran parte del estudiantado, que se enfrentó a una simulación de un trabajo rutinario a nivel profesional, con la seguridad que aporta afrontarlo desde el ambiente universitario de aprendizaje.

## Agradecimientos

CONVOCATORIA DE LAS AYUDAS PARA LA RECUALIFICACIÓN DEL SISTEMA UNIVERSITARIO ESPAÑOL 2021-2023. Ministerio de Universidades. Financiación por la Unión Europea - Fondos Next Generation EU.

## Referencias

[1] De Luca, C.; Valerio, E.; Giudicepietro, F.; Macedonio, G.; Casu, F.; Lanari, R. Pre- and Co-Eruptive Analysis of the September 2021 Eruption at Cumbre Vieja Volcano (La Palma, Canary Islands) Through DInSAR Measurements and Analytica Modeling. Geophys. Res. Lett. 2022, 49(7).

[2] Brassler, M.; Dettmers, J. How to Enhance Interdisciplinary Competence-Interdisciplinary Problem-Based Learning versus Interdisiciplinary Project-Based Learning. Interdiscip. J. Probl.-based Learn. 2017, 11(2).

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Aprendizaje guiado basado en problemas para el diseño industrial en el Grado de Ingeniería Química

**Fernando Vega**[*], Luz M. Gallego Fernández, Mercedes Cano, Manuel Campoy

([*]fvega1@us.es)

Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los descubrimientos s/n, 41092 Sevilla, España

**Palabras clave:** aprendizaje guiado; aprendizaje basado en proyectos; diseño; procesos.

## Resumen

La enseñanza en ingeniería química ha evolucionado significativamente en la última década con la incorporación paulatina de nuevas metodologías docentes que fomentan la participación y proactividad del estudiante, en detrimento de la clase magistral tradicional.

Dentro del porfolio de alternativas docentes novedosas, destaca el aprendizaje basado en proyectos o la metodología ABP. Este procedimiento docente encaja perfectamente en asignaturas ubicadas en los últimos cursos de las titulaciones de grado y máster, donde se dispone de un amplio bagaje curricular que permite el planteamiento de proyectos de cierta envergadura y complejidad. La implantación de este tipo de aprendizaje en estos últimos cursos ayuda a fortalecer la motivación de los estudiantes, fundamental para su adecuado desarrollo dado el carácter integrador y multidisciplinar del proyecto a desarrollar. El impulso de este tipo de actividades docentes basadas en proyectos, requiere de una definición clara y concisa que resuelva de manera secuencial las siguientes cuestiones: 1) la dedicación lectiva; 2) el alcance de la actividad; y 3) la planificación de las tareas. Establecido lo anterior, es posible desarrollar de manera eficiente el trabajo a desarrollar en cada sesión formativa y definir una meta alcanzable en cada una de ellas.

En la asignatura de Ingeniería de Plantas Químicas de 4º curso del Grado en Ingeniería Química impartido en la ETS Ingeniería (Universidad de Sevilla), la metodología ABP se viene desarrollando e implantando desde hace 3 años. La visión crítica del alumno y la experiencia adquirida por el grupo docente en la aplicación de este tipo de ciclos de mejora, ha permitido perfeccionar el método de trabajo desarrollado, hasta alcanzar altos niveles de satisfacción en la formación curricular de los alumnos que cursan esta asignatura. El éxito de la implantación de esta metodología docente radica, sin duda, en el estudiante, por lo que es imprescindible no solo su participación, sino también su motivación y compromiso. Para ello, resulta imprescindible solventar las siguientes cuestiones, si se planifica el desarrollo de un ciclo de mejora como el propuesto en este trabajo:

A. Definir de manera clara y concisa los objetivos y el alcance de cada sesión formativa (¿Qué tienen que hacer los alumnos en cada sesión?).
B. Programar de manera eficiente el trabajo a desarrollar en cada sesión: definición de una meta por sesión (En cada sesión, ¿es posible alcanzar la meta establecida?).
C. Diseñar con efectividad la metodología de trabajo para obtener resultados realistas en todas las sesiones (Los problemas propuestos, ¿se ajustan a la realidad y son motivantes para el alumno?).
D. Fomentar la interacción entre los distintos grupos de trabajo y el docente (¿Existe una interacción adecuada entre alumno-alumno y alumno-profesor?)
E. Incentivar y apoyar de manera continuada al alumno durante el desarrollo de la sesión (El profesor, ¿dirige de manera efectiva el trabajo a desarrollar por el alumno?).

La actividad docente consta de un total de 5 sesiones de 1 hora y 30 minutos, con las que se persigue el diseño de una antorcha, equipo de especial relevancia en muchas plantas industriales para la eliminación y evacuación de gases residuales de carácter combustible. La actividad se plantea con el propósito de cumplir las metas establecidas en cada sesión. Los resultados obtenidos tras la evaluación de las encuestas realizadas a los alumnos al finalizar el ciclo docente, muestran un elevado grado de satisfacción en el desarrollo de esta metodología de trabajo. Entre los aspectos de mejora identificados, destaca la necesidad de aclarar ciertos aspectos de la guía de trabajo y el disponer de un formato común para la entrega de resultados por parte del alumno.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Integración de competencias de Ingeniería Química en el currículo del Máster en Ingeniería Industrial en la Universidad de Cantabria

Lucía Gómez-Coma, Guillermo Diaz-Sainz, **Marcos Fallanza***, Alfredo Ortiz, Inmaculada Ortiz

(*marcos.fallanza@unican.es)

Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular, Universidad de Cantabria, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación, Avda. Los Castros s/n, 39005 Santander, España

**Palabras clave:** Ingeniería Química, Aula invertida, Aprendizaje basado en problemas, Máster en Ingeniería Industrial, Procesos Químicos.

## Resumen

El uso de nuevas metodologías docentes surge como respuesta a un cambio de enfoque en el proceso de enseñanza-aprendizaje; pasando de un modelo centrado en el docente a un modelo en el que el protagonista es el propio estudiante. Con el empleo de estas nuevas estrategias, y en particular, en el ámbito universitario, se busca una mayor participación en clase de los alumnos, disminuir el absentismo en las clases, incrementar la motivación y mejorar las calificaciones. De este modo, son numerosas las nuevas metodologías docentes surgidas en los últimos años, donde se pueden destacar el aula invertida, y el aprendizaje basado en problemas [1]. Para alumnos de los últimos años de Grado y de Máster destacan, por una parte, el aula invertida, donde los docentes aportan recursos didácticos a los alumnos antes de la clase teórica, para que vayan con conceptos ya aprendidos y la clase sea mucho más dinámica, y por otra parte, el aprendizaje basado en problemas, donde los estudiantes aprenden a través de la práctica resolviendo casos de estudios, en muchos casos basados en situaciones o ejemplos reales. Por otro lado, enseñar competencias de Ingeniería Química en otras titulaciones resulta a menudo una tarea ardua ya que en muchos casos los estudiantes muestran una baja motivación por lo que no se muestran activos durante las clases y las asignaturas presentan en muchos casos un alto porcentaje de alumnos no presentados y, bajas calificaciones.

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo acercar la Ingeniería Química, a través de las metodologías de aula invertida y aprendizaje basado en problemas, en la asignatura Procesos Químicos del Máster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Cantabria. En primer lugar, para ayudar al manejo y familiarización de los estudiantes con softwares propios de Ingeniería Química y optimizar el uso de las horas lectivas disponibles se prepararon videotutoriales cortos, de aproximadamente 15 minutos de duración que presentasen cada una de las herramientas, así como su aplicación a la resolución de ejemplos sencillos. Además, muchos de los problemas desarrollados durante la clase, estaban basados en problemáticas reales de procesos, preferentemente asociados a empresas de la región de la Comunidad Autónoma de Cantabria como, por ejemplo, Solvay, Moehs Cantabra o Birla Carbon para que los estudiantes comprobasen que los contenidos aprendidos en la clase son útiles para resolver problemáticas actuales y cercanas a su realidad. Como indicadores para medir los resultados alcanzados, se diseñó y realizó una encuesta a los estudiantes, que estuviese fuertemente relacionada con las competencias adquiridas, y con la opinión del alumnado sobre el aprendizaje a través de las metodologías implementadas. En este sentido, los alumnos destacaron en las encuestas su percepción de haber ganado competencias de autoaprendizaje (4.0/5.0), capacidad de organización (4.0/5.0), habilidad analítica (4.2/5.0) y trabajo en equipo (4.3/5.0), así como otro tipo de competencias. Además, se realizó una comparación de las notas obtenidas durante el curso de implantación del proyecto, con las de cursos académicos anteriores, donde se demuestra que, aunque la tasa de éxito de la asignatura fue similar, las notas fueron más altas en el curso de implantación de las metodologías. Así, aunque es evidente que son necesarios mayores esfuerzos, fundamentalmente a incrementar la motivación de los estudiantes, las dos metodologías presentadas a lo largo de este trabajo, se presentan como una alternativa real y fructífera para ser aplicada a alumnos de master.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado de la Universidad de Cantabria por el apoyo y la financiación de este trabajo a través de la V Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente.

## Referencias

[1] Díaz-Sainz, G.; Pérez, G.; Gómez-Coma, L.; Ortiz-Martínez, V.M.; Domínguez-Ramos, A.; Ibañez, R.; Rivero, M.J.. Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies. Educ. Chem. Eng. 2021, 35, 132-145.

# Towards the Northern European teaching approach: project-based learning

Pedro J. García Moreno, **Raúl Pérez Gálvez***, Antonio Guadix Escobar, Emilia M. Guadix Escobar

(*rperezga@ugr.es)

Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, Campus Fuentenueva s/n, 18071 Granada, España

**Keywords:** case study; team work; peer review; teaching toolbox; project-based learning

## Abstract

Northern European countries (e.g. Nordic countries, the Netherlands and others) base their teaching model (at least in master programs) in project-based learning. This teaching/learning method simulates the real-world working environment, where engineers need to work in teams to complete a project. Therefore, students need to solve a case/project applying their knowledge by interacting with their colleagues [1].

Applying project-based learning in a single course implies that the teaching, and then the evaluation, of the course is planned around a case. In the case, which should be fixed by the lecturer or even suggested by the students (depending on the knowledge that the students already have on the subject), the students need to apply the core concepts of that course. Hence, the case needs to be carefully selected so it motivates the students and also allows to develop the knowledge and competences required [1]. If different cases are suggested to the different teams, they should have a similar level of complexity.

Furthermore, the lecturer must be involved in the formation of the teams. This should be carried out in such a way that it allows the formation of teams of similar level (e.g. combining students with high and medium/low grades). This situation is really close to reality, where employees need to work with colleagues imposed by their company. It is worth mentioning that the evaluation process should be designed in a way that it allows to differentiate between those students gaining the knowledge and competences versus those who did not achieve it.

In general terms, the stages to appropriately implement the project-based learning approach are:

- Introduction to core concepts of the course by the lecture.
- Selecting a case which allows to apply and develop the knowledge and competences to be gained in the course.
- Follow-up sessions between students and lecturers where students identify their problems and suggest a future actions plan.
- Continuous evaluation of students' work (e.g. preliminary reports, presentations), where also peer review within student teams can be carried out. Lecturers' feedback should be also provided in these sessions. The use of rubrics designed by the lecture will considerably enrich this process.
- Evaluation of the course through for example a team-report and individual oral examination.

In the light of the above, the project-based learning approach differs considerably to what is normally carried out at Spanish Universities, where the lecturer asks the students to work in groups to develop a topic of the course and then to write a report and present their work for its evaluation. In project-based learning, the students benefit from working in teams where they need to use/combine/develop/apply the core topics of the course (previously introduced by the lecturer) to solve a case resembling a real problem/project. The question here arises if the teaching staff at Spanish universities has the complete teaching toolbox and also the flexibility in their courses to apply this teaching methodology. Moreover, students learning process also requires to be re-shaped. These developments in teaching/learning chemical engineering in Spain requires training of both lecturers and students, as well as energy and time investments to adapt/change teaching material and evaluation processes.

### References

[1] Online material at e-learning lab website from the Technical University of Denmark (http://www.elearning.dtu.dk/TEACH/). Accessed: 20th April 2022.

Área temática: T1 Nuevas metodologias docentes

# Resolución de problemas abiertos para fomentar el autoaprendizaje en Ingeniería Química

**Carmen María Domínguez**, Salvador Cotillas, David Lorenzo, Sergio Rodríguez, Aurora Santos, Alicia Checa-Fernández, Raúl García-Cervilla, Patricia Saez, Leandro Conte, Pablo de Arriaga.

(*carmdomi@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avenida Complutense s.n., Madrid, España

**Palabras clave:** problemas abiertos; autoaprendizaje; innovación docente; ingeniería química,

## Resumen

El objetivo de este trabajo es impulsar la autonomía y el razonamiento crítico de los estudiantes de la asignatura Ingeniería de la Reacción Química (IRQ) del tercer curso del Grado en Ingeniería Química mediante la resolución de problemas propuestos por ellos mismos tras una búsqueda bibliográfica (empleando la bibliografía recomendada en la guía docente [1-4]). Para fomentar su razonamiento crítico, los estudiantes deberán además plantear soluciones abiertas a dichos problemas (distintos escenarios que se podrían plantear en una industria), proyectándose así en situaciones reales.

Se ha planteado esta actividad de innovación educativa como parte del trabajo personal evaluable de la asignatura. Los estudiantes (108, 2020-2021) se dividieron en grupos reducidos (25 grupos). Cada grupo realizó 5 entregas (una correspondiente a cada bloque de la asignatura) a través del Campus Virtual. En cada una de ellas los estudiantes seleccionaron un problema correspondiente al bloque (indicando la fuente bibliográfica), e incluyeron su resolución (incluyendo archivos de cálculo y gráficos), explicando las hipótesis necesarias para su resolución, justificaron razonadamente la elección del problema y modificaron las condiciones de partida, de forma que la resolución se veía modificada [5]. Los profesores evaluaron las entregas atendiendo a la adecuación al tema, los conceptos aplicados, la resolución, el grado de dificultad, la justificación de este y los distintos escenarios planteados. Entre todos los recibidos, seleccionaron los más relevantes en base a la idoneidad de los conceptos aplicados, los métodos de resolución utilizados y la dificultad y los propusieron como una entrega voluntaria de forma individual (sólo tenida en cuenta para subir la calificación del trabajo personal del estudiante; en ningún caso para bajarla). Se ha realizado un seguimiento de la actividad con los estudiantes a través de las tutorías del curso. Los grupos seleccionados expusieron el problema y discutieron con los demás estudiantes de la clase diferentes aspectos relativos a su resolución y a los posibles cambios que podrían plantearse.

Gracias al desarrollo de la actividad de innovación educativa propuesta se ha logrado que los estudiantes de la asignatura IRQ afianzasen correctamente los conceptos vistos previamente en clase, adquiriesen soltura en el manejo de fuentes bibliográficas y mejoraran sus destrezas con el uso de softwares (Excel, Origin, Matlab) para la resolución numérica de los problemas. De este modo, los estudiantes mejoraron su autonomía y capacidad de trabajo individual (resolución de los problemas propuestos con soluciones abiertas), sus habilidades para trabajar en equipo (entregas por grupos) y sus capacidades de comunicación (exposición oral de los problemas en el aula), al mismo tiempo que la comunicación entre los estudiantes y los profesores de la asignatura se vio reforzada durante el curso. Todo ello condujo a una mayor tasa de éxito en el número de aprobados de la asignatura.

Los autores agradecen a la Universidad Complutense de Madrid por la concesión de los Proyectos de Innovación Educativa 332 (curso académico 2020/2021) y 334 (curso académico 2021/2022).

## Referencias

[1] Fogler, H. S. Essentials of Chemical Reaction Engineering: Essenti Chemica Reactio Engi: Pearson Education, 2010.
[2] Levenspiel, O. Ingenieria de las reacciones quimicas / Chemical Reaction Engineering: Editorial Limusa S.A. De C.V., 2012.
[3] Santamaría, J., & Ramiro, J. M. S. (1999). Ingeniería de Reactores: Síntesis Editorial.
[4] Smith, J. M., & Smith, J. M. (1981). Chemical Engineering Kinetics: McGraw-Hill.
[5] Pardo, G. C., & Herruzo, F. G. Nueva introducción a la ingeniería química: Síntesis, 2016.

# Cuéntame una historia abuel@: transferencia del conocimiento intergeneracional

**V. Ismael Águeda**[*], Jair Rangel, Gonzalo Pascual, Diego Huber, Roberto Nájera, Marcos Larriba, Silvia Álvarez-Torrellas, María Martín-Martínez, Jaime Carbajo, Juan García, José Antonio Delgado.

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense, s/n, 28040 Madrid, España

([*]viam@ucm.es)

**Palabras clave:** Aprendizaje servicio; Motivación; Sociedad; Transferencia

## Resumen

La pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 ha puesto de manifiesto la imperiosa necesidad de construir una sociedad más justa basada en el conocimiento. Por otro lado, son varios los indicadores que muestran que se han acentuado las desigualdades sociales. Uno de los grandes colectivos a los que la pandemia ha golpeado con dureza es el de las personas mayores dependientes. La reducción de las visitas, la supresión de las actividades lúdico-formativas y la modificación de las rutinas ha supuesto una disminución de la calidad de vida de este colectivo fruto del aislamiento.

La formación integral de los egresados debe incluir además de sus competencias académicas, otra serie de competencias transversales aplicadas que en muchas ocasiones no han sido incluidas en el diseño de los grados y que se pueden desarrollar en asignaturas de un marcado grado práctico, como es el TFG y el TFM. Ya se ponía de manifiesto en el libro blanco del Título de Grado de Ingeniería Química la aparición de competencias que se quedaron fuera los planes de estudio y que la evolución del mercado laboral y de la sociedad han puesto de manifiesto su vital importancia.

En el presente proyecto de aprendizaje-servicio se plantea ir a residencias, centros de día y centros de mayores de la Comunidad de Madrid a realizar actividades que pongan de manifiesto lo que la ingeniería puede hacer por la sociedad. Se realizarán actividades relacionadas con la química como la realización de experimentos asombrosos, charlas sobre medio ambiente y nuevas tecnologías. Además, los estudiantes de Ingeniería Química pueden presentar cómo su futura profesión puede contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La industria química ha contribuido positivamente al desarrollo de la humanidad, mediante el diseño y desarrollo de productos que han supuesto una mejora de la calidad de vida del ser humano.

Por otro lado, los estudiantes de Ingeniería Química realizan entrevistas de temática diversa a los residentes: mi receta favorita, cuéntame un cuento, canciones, mi historia. Posteriormente, la información se recopila dando lugar a la edición de un libro de cuentos y/o recetas que se presenta en el mismo centro y en otros.

Los principales objetivos son la mejora de calidad de vida de los residentes y la transmisión a futuras generaciones del conocimiento que estas personas poseen en diversos ámbitos de la vida, poniendo de manifiesto en lo que ellos han contribuido al desarrollo social. Por último, pero no menos importante, se pretenden adquirir competencias transversales por parte de los estudiantes de Ingeniería Química.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la UCM la financiación de los proyectos INNOVA 2020-78 y 2021-142 y los proyectos Aprendizaje-Servicio 2019-25, 2020-30 y 2021

# De la escuela a la universidad y de la universidad a la escuela.

**V. Ismael Águeda***, Jair Rangel, Gonzalo Pascual, Diego Huber, Roberto Nájera, Marcos Larriba, Silvia Álvarez-Torrellas, María Martín-Martínez, Jaime Carbajo, Juan García, José Antonio Delgado.

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense, s/n, 28040 Madrid, España

(*viam@ucm.es)

**Palabras clave:** Aprendizaje servicio; Motivación; Sociedad; Abandono

## Resumen

El pasado 30 de abril de 2021 se publicó en el BOE el Plan español de Recuperación, Transformación y Resiliencia [1]. Plantea cuatro objetivos transversales entre los que destaca avanzar hacia una España más verde reorientando el modelo productivo hacia la descarbonización, la eficiencia energética, el despliegue de las energías renovables y la economía circular, entre otras. Se pone de manifiesto la importancia que la ciencia y la tecnología tendrán en dicha transformación y pese a ello existe un gran déficit de profesionales de ingenierías y/o ciencias [2].

Además, la tasa de abandono observada en estos estudios es elevada como se desprende del Estudio sobre abandono de los estudios de Grado en el sistema universitario español presentado en marzo de 2022 [3]. Así, en el Grado de Ingeniería Química de la UCM la tasa de abandono es superior al 25% pese a que las calificaciones de acceso son superiores a 10,5 puntos. El desconocimiento de la actividad profesional se presenta como una de las posibles razones de esta elevada tasa de abandono. La mayoría de los estudiantes deciden matricularse en Ingeniería Química después de realizar la EvAU y en muchos casos su formación no es la más adecuada para cursar una ingeniería.

En el presente trabajo se han realizado diversas actividades en colegios (Figura 1) encaminadas a despertar la curiosidad científica en los estudiantes más pequeños. Además, se han impartido charlas orientativas a estudiantes de bachillerato (Figura 2) que ponen de manifiesto lo que la ingeniería puede hacer por la sociedad. En ambos casos se pretende disminuir la tasa de abandono universitaria y aumentar la demanda mediante la información sobre Ingeniería Química en distintos niveles educativos. La presente propuesta se enmarca dentro de actividades formativas propuestas para estudiantes del Trabajo de Fin de Grado (TFG) y Trabajo de Fin de Máster (TFM), debido a que se encuentran en el último curso de su titulación. Estas actividades pretenden mejorar sus competencias transversales, así como los valores de responsabilidad y conciencia social.

**Figura 1.** Tabla periódica viviente

**Figura 2.** Información título Ingeniero Químico

## Referencias

[1]https://www.boe.es/eli/es/res/2021/04/29/(1)
[2]https://elpais.com/sociedad/2019/09/13/actualidad/1568382979_404451.html
[3]https://www.universidades.gob.es/stfls/universidades/ministerio/ficheros/Informe_Abandono_Universitario_completo_MFMS.pdf

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la UCM la financiación de los proyectos INNOVA 2020-78 y 2021-142 y los proyectos Aprendizaje-Servicio 2019-25, 2020-30 y 2021

# La experimentación en un reactor biológico como proyecto de aprendizaje autónomo.

**Mª del Cristo Marrero**[1,*], Ignacio Ruigómez[2], Enrique González[3], Luis Rodríguez-Gómez[4], Luisa Vera[5]

([*]mcmhdez@ull.edu.es)

[1] Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez, s/n. 38206, San Cristóbal de La Laguna, España

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Proyectos; Aprendizaje Colaborativo; Experimentación; Reactor biológico; Depuración de Aguas.

## Resumen

El aprendizaje alcanzado por el alumnado durante la realización de prácticas de laboratorio en muchos casos, es inferior al deseable. En ocasiones, la realización de las prácticas se convierte en la repetición del guión aportado por el profesor, de manera automática y poco reflexiva. Por ello, tras haber detectado esta disfunción durante sucesivos cursos académicos, desde el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de La Laguna (ULL) se ha realizado un proyecto en el que se propone la implantación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en una práctica de laboratorio que se imparte en dos asignaturas del área de la ingeniería química de cursos-niveles diferentes: Ingeniería Ambiental (optativa de 4º curso del Grado en Ingeniería Química Industrial) y Tecnologías Básicas de Depuración de Efluentes Líquidos y Gaseosos (obligatoria de 3º curso del Grado en Ciencias Ambientales). En el ABPy los alumnos deben resolver situaciones, retos o responder a preguntas, a través de sus conocimientos, recursos, de su propia investigación, reflexión y cooperación activa. Es un tipo de metodología activa a través de la cual se persigue que los estudiantes aprendan por sí mismos, donde los estudiantes elaboran contenidos, diseñan el proyecto y colaboran entre sí. A través de esta metodología los alumnos aprenden construyendo nuevas ideas o conceptos, basándose en sus conocimientos actuales y previos y se sienten más motivados al tener un papel activo en la planificación de su propio aprendizaje. De esta forma, el ABPy proporciona a los estudiantes contextos de aprendizaje reales [1].

Con la finalidad de que el alumnado profundizara en los diferentes procesos que tienen lugar durante el tratamiento biológico de las aguas residuales y los equipos e instalaciones empleados, se aplicó la metodología ABPy como sigue: En cada una de las asignaturas el profesorado determinó por medio de un cuestionario, el grado de conocimientos previos de los estudiantes sobre las variables que afectan al grado de depuración de un reactor mezcla perfecta de lodos activos. A continuación, a cada grupo de estudiantes, se le explicó el objetivo del proyecto, mostrándoles la instalación experimental, los instrumentos de control que iban a utilizar y el conjunto de parámetros analíticos que debían evaluar ($DBO_5$, DQO, SS, nitrógeno amoniacal, pH y conductividad eléctrica). El reactor biológico a escala laboratorio fue operado en continuo bajo unas condiciones de operación fijadas previamente por el profesorado, desconocidas para el alumnado y diferentes para cada grupo. Posteriormente, tras muestrear y caracterizar las diferentes corrientes del sistema, el alumnado establecía las condiciones de trabajo con las que trabajaba el reactor biológico. Finalmente, tras el análisis, tratamiento de datos y redacción de un pequeño informe, se realizó una puesta en común y se discutieron los diferentes comportamientos y rendimientos de depuración observados en el reactor biológico.

Los resultados mostraron como el uso de un reactor biológico ha permitido a los estudiantes trabajar con una herramienta muy útil para su aprendizaje colaborativo. La experimentación en una instalación real de depuración de aguas residuales (con agua residual real) ofrece el marco perfecto para esta estrategia de aprendizaje activo denominada Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy). No obstante, las limitaciones de tiempo para la realización de las prácticas (sólo una sesión de 3 horas por grupo), restringe el alcance del proyecto, impidiendo al alumnado sacar el máximo partido a la instalación experimental.

## Referencias

[1] Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. Formación Universitaria.2016, 9, 31-38.

**Agradecimientos:** Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Innovación y Transferencia Educativa curso 2021-2022 del Vicerrectorado de Innovación Docente, Calidad y Campus Anchieta de la ULL

# La filtración a través de membrana porosa como proyecto de aprendizaje colaborativo.

**Mª del Cristo Marrero**[1,*], Ignacio Ruigómez[2], Enrique González[3], Luis Rodríguez-Gómez[4], Luisa Vera[5]

([*]mcmhdez@ull.edu.es)

[1] Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez, s/n. 38206, San Cristóbal de La Laguna, España

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Proyectos; Aprendizaje Colaborativo; Experimentación; Operaciones de Separación; Depuración.

## Resumen

El alumnado de Ingeniería Química Industrial y de Ciencias Ambientales de la Universidad de La Laguna (ULL) recibe formación a lo largo de su correspondiente titulación, en las principales operaciones de separación utilizadas en la industria química y la descontaminación de corrientes líquidas y efluentes industriales, donde las tecnologías de filtración a través de membranas porosas tienen un papel relevante. Por este motivo, se ha incluido en el plan de estudios de ambos grados, la realización de una práctica de laboratorio con una instalación a escala piloto de microfiltración (MF) por membranas. Sin embargo, durante los últimos cursos académicos se ha observado como el esfuerzo realizado en su implantación, no ha dado los frutos esperados dado que la realización de la práctica en la mayor parte de los casos, se convierte en la ejecución mecánica de las instrucciones aportadas en el guión elaborado por el profesorado, sin reflexión alguna sobre el proceso. Habiendo detectado que no se alcanzan los resultados de aprendizaje previstos, el presente proyecto planteó aplicar una metodología participativa y activa basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el desarrollo de dicha práctica. Esta metodología activa persigue que los estudiantes aprendan por sí mismos, enfrentando situaciones, retos o respondiendo preguntas, a través de sus conocimientos, recursos, de su propia investigación, reflexión y cooperación activa. El ABP proporciona a los estudiantes contextos de aprendizaje reales y les implica en la resolución de un problema y, sobre todo, en la toma de decisiones y la actividad investigadora que conlleva [1]. Esta metodología de enseñanza-aprendizaje se implementó en dos asignaturas de diferente tipología, ubicadas en el 4º curso de ambos grados: Experimentación en Ingeniería Química II (obligatoria y totalmente experimental, del Grado en Ingeniería Química Industrial, con 17 estudiantes matriculados) y Tecnologías de Tratamiento y de Gestión de las Aguas (optativa del Grado en Ciencias Ambientales, cursada únicamente por 2 estudiantes). La metodología ABP se aplicó en cuatro fases:

- Evaluación previa: organización de los grupos de estudiantes y realización de un cuestionario inicial de ideas previas, para determinar si conocían los parámetros de operación en la filtración por membranas.
- Realización de la práctica: cada grupo de estudiantes caracterizó el módulo de membranas de MF y las corrientes de alimentación y permeado, ensayando condiciones de operación diferentes.
- Puesta en común: consistió en la presentación de los resultados obtenidos e identificación de errores conceptuales y de desarrollo, comunes entre los diferentes grupos.
- Encuesta de satisfacción-valoración.

Los resultados mostraron como la metodología ABP se pudo implementar con éxito en las asignaturas de ambos grados, permitiendo cubrir algunas de las principales carencias comunes a estudios de grado y máster. Concretamente, favoreció la asimilación de los fundamentos ante la dificultad que presentan los estudiantes de la asignatura 'Tecnologías de Tratamiento y de Gestión de las Aguas' de entender y aprender de manera significativa los procesos de separación basados en la filtración a través de membranas porosas. A su vez, favoreció la incorporación de las metodologías de aprendizaje activo y del aprendizaje colaborativo en ambas asignaturas, generalmente poco aplicadas a lo largo de las titulaciones del Grado en Ingeniería Química Industrial y Ciencias Ambientales.

## Referencias

[1] Grahame, S. D. Science Education in a Rapidly Changing World; Education in a Competitive and Globalizing World; Nova Science Publishers, 2011.

**Agradecimientos:** Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Innovación y Transferencia Educativa curso 2021-2022 del Vicerrectorado de Innovación Docente, Calidad y Campus Anchieta de la ULL

# Los docentes universitarios en la era de la inmediatez

**M. Oliet,** M.V. Alonso, J.C. Domínguez, J. García, R. Miranda,

(*moliet@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

**Palabras clave:** generación Z; educación digital; TIC; Centennials

## Resumen

Para los docentes nacidos en el siglo XX y formados con metodología casi del siglo XIX, resulta un reto formar a los universitarios actuales, los de la llamada Generación Z (Centennials), que son nativos digitales y han utilizado siempre la tecnología para la comunicación, para el ocio, para el aprendizaje, en toda relación social, laboral, cultural y para cualquier acto cotidiano. Por ello, esperan que las herramientas digitales de aprendizaje estén profundamente integradas en su educación. En una encuesta reciente realizada por Pearson a 2.588 personas de entre 14 y 40 años en EE.UU, se exploraron actitudes, preferencias y comportamientos en torno a la tecnología en la educación, identificando algunas similitudes y diferencias clave entre la *Generación Z* (14 a 23 años) y *Millenials (24 a 40 años)* [1]. La gran diferencia de los Z respecto a las generaciones anteriores está en el modo en que las nuevas tecnologías han condicionado su forma de aprender. Es una generación que vive a un ritmo acelerado, urgente, instantáneo y dinámico con una baja capacidad de atención y con ansias de inmediatez. Ellos no son del todo conscientes de esta situación pues realmente es lo que les ha tocado vivir, pero los profesores pertenecientes a otras generaciones sí que somos conocedores de ello y en los últimos 10-15 años nos hemos adaptado mejor o peor a esta realidad. En líneas generales, los docentes nos hemos ido familiarizando poco a poco y, con mayor o menor éxito, con los recursos tecnológicos y su precipitado avance y nos damos cuenta de que tenemos que cambiar nuestro modelo de enseñanza para conseguir motivar y recuperar el interés de nuestros estudiantes en la era de la inmediatez inadaptados a la enseñanza tradicional. De ahí surge la inquietud por la innovación docente, enfocada hacia la búsqueda de nuevos modos de aprendizaje, más centrados en lo vocacional y en las experiencias, adaptados a una generación acostumbrada a recibir un contenido instantáneo, fragmentado, muy visual y poco denso. Los jóvenes Z tienen una menor capacidad de atención, 9 segundos como máximo, y están acostumbrados a recibir de manera constante y frecuente una sobrecarga de datos, información e impactos de todo tipo a través de las pantallas, por lo que requieren menos tiempo para filtrar los estímulos que les llegan [2]. En los países occidentales, sumando todo el tiempo que pasan los niños y jóvenes entre los dos y los 18 años delante de una pantalla, ello equivaldría a 30 años escolares, a más de 15 años de empleo a jornada laboral completa. Hay estudios que demuestran que las capacidades cognitivas están experimentando el descenso más pronunciado de la historia de la humanidad, un ejemplo curioso son los libros de *Los Cinco* que se publican hoy frente a los de hace 40 años: ha desaparecido el 40% del vocabulario, se ha acortado la longitud de las frases y se han eliminado los pretéritos perfectos e indefinidos [3]. Conviene en todo caso tener en cuenta que el cambio de paradigma educativo de los últimos años, no proviene solamente de las exigencias de la Generación Z, sino de la adopción del modelo Bolonia a nivel europeo, modelo caracterizado por la sustitución de la enseñanza de tipo teórica, monopolizada por el profesor, y con un alumno más pasivo, por el aprendizaje como proceso de enseñanza orientado por el profesor, con un contenido más práctico y en el que el alumno ocupa una posición central a costa del profesor. Cobra peso el concepto de "Competencia", entendiendo como tal a una combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la disposición para aprender a aprender. Pero la afirmación tan rotunda de que el nuevo alumno que ingresa se desenvuelve mejor en un entorno Bolonia de aprendizaje también hay que analizarla porque la experiencia práctica indica que el estudiante suele adoptar una actitud pasiva esperando unos apuntes para estudiar dejando en segundo plano la consulta del libro impreso. ¿Cómo hacer para seguir captando las miradas de una generación, distraída de la distracción por la distracción, que pasa a otra cosa incluso antes de haber empezado a hacer algo? [4].

En esta comunicación se realiza una reflexión acerca de los principales cambios encontrados por los docentes en los estudiantes de la generación Z con objeto de conocer y entender hacia donde deben dirigirse las nuevas metodologías docentes en una disciplina como la Ingeniería Química para tener éxito.

## Referencias

[1] Blog de Pearson: https://ideasqueinspiran.com/2018/05/31/expectativas-generacion-z-educacion/

[2] Olivares, S.A, González Reyes, J.A. La generación Z y los retos del docente. ECORFAN Editores, 2018.

[3] Desmurget, M. La fábrica de cretinos digitales. Ediciones Península, 2020.

[4] Patino, B. La civilización de la memoria de pez, Alianza editorial, 2020.

# Práctica de laboratorio: Extracción de polifenoles a partir de poda de olivo

**Inmaculada de Dios**[1,*], Celia Nieto[1], Milena Vega[1]

([*]mvega@usal.es)

[1]Universidad de Salamanca, Departamento de Ingeniería Química y Textil, Facultad de Ciencias Químicas, Plaza de los Caídos, s/n, 37008, Salamanca, España

**Palabras clave:** Olivo; extracción polifenoles.

## Resumen

El sector de producción de aceite de oliva, así como el de generación de aceituna de mesa, constituyen un pilar fundamental para el sistema agroalimentario español. Tanto es así que, según datos del Ministerio de Agricultura, nuestro país es líder mundial en superficie, producción y comercio exterior de estos productos, y es el responsable del 45% de la producción mundial de aceite de oliva. Sólo en Castilla y León existen actualmente cerca de 1,49 millones de olivos dedicados a la producción de aceite y aceituna de mesa, pero dicha producción conlleva un problema: la poda de los olivos [1]. Así, aunque es posible picar y dejar en el suelo las hojas y las ramas de estos árboles como aporte de materia orgánica, se trata de un material muy duro que tarda un tiempo considerable en degradarse y que no suele usarse como compostaje, por lo que los agricultores se ven obligados a solicitar permisos para poder quemarlo. No obstante, las hojas del olivo tienen un alto contenido en polifenoles flavonoides, así como en oleuropeína, un polifenol sercoiridoide no flavonoide, integrado por tres subunidades: un polifenol alcohólico (hidroxitirosol), un secoiridoide (ácido elenólico) y un azúcar (glucosa) [2]. Debido a su alta capacidad antioxidante, los polifenoles son ampliamente usados en la industria, especialmente en la cosmética [3] y el sector alimentario [4], y, al estar presentes en las hojas del olivo, hacen de este residuo una materia portencialmente importante para la extracción de estos compuestos.

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es proponer una práctica de laboratorio para el Grado en Ingeniería Química que consista en extraer polifenoles a partir de hojas de olivo obtenidas en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. De esta forma, se le podría conferir un valor agregado a este residuo que normalmente es desaprovechado. Para lograr el objetivo, se propone una metodología experimental que englobe tres pasos: (i) acondicionamiento de las hojas, (ii) extracción de los polifenoles por digestión, y (iii) determinación de la cantidad de polifenoles obtenida. En el caso de la extracción, se propone analizar, por grupos de estudiantes, la influencia de diferentes parámetros, tal y como el tipo de solvente empleado, la proporción solvente-agua, la temperatura de extracción, la posibilidad de hacer un pre-tratamiento con sonicación... Así, de este modo, se podrían conjugar en esta práctica operaciones unitarias fundamentales en el área de Ingeniería Química, así como técnicas analíticas de cuantificación de polifenoles y de aprovechamiento industrial de residuos.

## Referencias

[1] Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Disponible online: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/aceite.aspx (consultado el 3 de abril de 2022).

[2] Erbay, Z., & Icier, F.). The importance and potential uses of olive leaves. Food Rev. Int.. 2010, 26, 319-334.

[3] Rodrigues, F., Pimentel, F. B., & Oliveira, M. B. P. Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry Ind Crops Prod. 2015, 70, 116-124.

[4] Lalas, S., Athanasiadis, V., Gortzi, O., Bounitsi, M., Giovanoudis, I., Tsaknis, J., & Bogiatzis, F. Enrichment of table olives with polyphenols extracted from olive leaves. Food Chem.. 2011, 127, 1521-1525.

Área temática: T1 Nuevas metodologias Docentes

# Kahoot como técnica de gamificación para la evaluación continua en distintas titulaciones universitarias

**Nuria Boluda**[1*], Sergio Martinez-Moya[1], Mª Dolores Saquete[1], Nuria Ortuño[1]

([*]nuria.boluda@ua.es)

[1]Universidad de Alicante, Dpto. de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Apdo. 99, 03080 Alicante, España

**Palabras clave:** (evaluación, Kahoot, nuevas tecnologías, multidisciplinariedad, gamificación)

## Resumen

La elaboración de herramientas de aprendizaje y evaluación basadas en las nuevas tecnologías de gamificación como Kahoot (https://kahoot.com), requieren el esfuerzo del profesorado que debe elaborar un cuestionario ajustándose al modelo que maneja el software. En trabajos previos se propuso utilizar un único cuestionario realizado con esta herramienta para evaluar los conocimientos en diferentes niveles y titulaciones oficiales de la Universidad de Alicante, complementado con distintas metodologías docentes previas a la realización del test, donde se proponía el refuerzo del aprendizaje de esta materia en la titulación menos afín.

En este trabajo se mostrarán los resultados obtenidos entre los años 2019 y 2022 utilizando el mismo test para las diferentes titulaciones y una sola herramienta de apoyo: una ponencia de la materia grabada en vídeo (https://vertice.cpd.ua.es/174410, Universidad de Alicante, 2017), disponible en abierto que puede ser consultado antes de la sesión con la prueba Kahoot. De una forma lúdica y objetiva se pueden evaluar los conocimientos adquiridos por el alumnado en una materia muy específica del área de la Química como es la propuesta en este trabajo: "contaminantes emergentes y tratamiento por oxidación avanzada", de la cual los alumnos tienen conocimientos previos muy desiguales. Este cuestionario fue aplicado a las titulaciones de grado en Ciencias del Mar y másteres en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua y en Ingeniería Química, y cabe señalar que los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios en especial para la titulación menos afín, como se detalla a continuación.

Para estudios de grado, los alumnos de Ciencias del Mar suelen visualizar el video de apoyo previamente a la realización de la sesión de contaminantes emergentes, donde se proyecta el video de forma colectiva antes de la realización del test. Con esto se consiguió el acercamiento y conocimiento de esta materia específica en el ámbito de la Química al alumnado de Ciencias del Mar, que presenta cierto rechazo por la misma, pero que obtuvo finalmente entre un 92-98 % de aprobados en los años del estudio.

Para el caso del máster en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua, se obtuvieron resultados menos satisfactorios que los obtenidos en el caso anterior, entre un 64 y un 73 % de aprobados, a pesar de ser los únicos alumnos que cuentan con la presencia del ponente en el aula y que previsiblemente deberían tener mayor conocimiento de esta materia. Sin embargo, estos resultados pueden ser debidos al diferente nivel de conocimiento y predisposición para conocer la materia, debido a la naturaleza multidisciplinar de los alumnos, algunos de los cuales debido a su actividad profesional no tienen dedicación exclusiva al master.

En el caso del máster en Ingeniería Química, los resultados fueron entre un 67 y un 71 % de aprobados, muy similares a los registrados en el master anterior. En este caso se podrían prever mejores resultados debido a la optatividad de la única materia relacionada con la protección del medio ambiente, sin embargo, la dedicación de los alumnos es menor que para otras asignaturas troncales.

En conclusión, los resultados obtenidos fueron diferentes para cada titulación, pero en todos los casos se utilizó el mismo cuestionario Kahoot, después de la sesión presencial para comprobar el grado de aprendizaje de la materia. El interés del alumnado en la preparación de la sesión marca las diferencias en los resultados obtenidos, y a pesar de que en la titulación menos afín a la materia los resultados son los mejores, en todas ellas se obtuvo un número de aprobados superior al 60 %, lo que asegura un correcto aprendizaje de esta temática especifica.

# Trabajo fin de máster, evaluación en modalidad no presencial mediante rúbrica de calificación

**Jorge Cara Jiménez**[1*], Miguel de Simón Martín[2], Laura Álvarez de Prado[3], Álvaro de la Puente Gil[2], Alberto González Martínez[2], Olegario Martínez Morán[1], Elia Judith Martínez Torres[1], Ana María Diez Suárez[2]

([*]jcarj@unileon.es)

[1] Universidad de León, Departamento Química y Física Aplicadas, Área de Ingeniería Química, E.S. y T. de Ingenieros de Minas, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España

[2] Universidad de León, Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática E.S. y T. de Ingenieros de Minas, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España

[3] Universidad de León, Departamento de Tecnología Minera, Topografía y Estructuras. E.S. y T. de Ingenieros de Minas, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España

**Palabras clave:** Defensa online, TFM, videoconferencia, competencias, escala de valoración

## Resumen

Una vez superadas por el alumno todas las asignaturas del plan de estudios de Máster, éste debe redactar una memoria de su TFM supervisado por su tutor. En conjunto, este trabajo escrito y su defensa ante un una Comisión de Evaluación, debe demostrar que el alumno ha adquirido las competencias recogidas en el plan de estudios, entre las que se recogen competencias transversales que incluyen la capacidad de realizar presentaciones ante público especializado y no especializado. Ésta en particular resulta cada vez más transcendental y consideramos que debe actualizarse a las circunstancias actuales, en las que las presentaciones online o por videoconferencia son cada vez más habituales.

Para comprobar la adquisición de las competencias estipuladas, no sólo hay que tener en cuenta la defensa oral, sino también toda la información relacionada con la tutela académica en la preparación de la memoria del TFM. En esta evaluación global se obtiene una calificación final que incluye todas las fases del aprendizaje, es decir, la tutela, calidad del trabajo y defensa oral de éste.

Para la evaluación de todos estos aspectos, se recurre a una matriz de evaluación o rúbrica donde se describen criterios y niveles de logro de objetivos o competencias. De esta forma, se establece un conjunto de destrezas adquiridas, y para cada una de ellas, diferentes niveles descriptivos, pudiéndole asignar a cada nivel una calificación numérica. De esta forma, los miembros de la Comisión Evaluadora pueden elegir el nivel que mejor se adecúa a la destreza adquirida en cada caso, proporcionando a la vez un valor numérico. Finalmente, sumando numéricamente la evaluación de las distintas fases de aprendizaje se obtiene una calificación final.

La motivación u objetivo que persigue este trabajo es adaptar esta herramienta, que ya se aplica regularmente en su modalidad presencial, a las defensas de TFM online, de tal manera que, la escala adaptada recoja además de las competencias típicas observables en la modalidad presencial, las competencias deseables para una comunicación eficaz por videoconferencia, entre las que se encuentran las destrezas en TIC's, o la capacidad del alumno para usar aplicaciones de software, entre otras.

# Adquisición de competencias mediante el desarrollo de cuestionarios tipos test

**Angeles de la Rubia**

(*angeles.delarubia@uam.es)

Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Madrid

**Palabras clave:** aprendizaje autorregulado; autoevaluación; evaluación formativa; trabajo en equipo

## Resumen

El proceso de aprendizaje de las asignaturas del título de Ingeniería Química (IQ) culmina con la evaluación de los conocimientos conducentes a la adquisición de competencias recogidas en la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero [1]. La evaluación debería ser un proceso que motive y oriente el aprendizaje tanto de los docentes como de los estudiantes [2]. Así, la apuesta metodológica generada a partir de la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) pasa por primar el protagonismo del estudiante en los procesos de aprendizaje. Sin embargo, el uso de métodos de evaluación participativa en las universidades es escaso, siendo necesario establecer procesos formativos, tanto para profesores como para estudiantes, que incidan en promover el aprendizaje autónomo y estratégico [3]. En los últimos años se ha acuñado el término "evaluación orientada al aprendizaje", que conlleva el desarrollo de tareas de evaluación para el aprendizaje y la participación del estudiante en la evaluación [3]. El estudiante podrá desarrollar su capacidad de evaluación a fin de implicarse en la valoración de su propio desarrollo y aprendizaje. De esta forma, la evaluación dejará de ser algo externo quedando integrado en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Esta nueva forma de entender la evaluación supone un tránsito desde un modelo de evaluación en manos del docente, hacia la autoevaluación, en el que todo el poder sobre la misma pasa al estudiante.

En el trabajo que se presenta **el objetivo** ha sido determinar si la implicación de los estudiantes en la evaluación de la parte teórica de una asignatura mediante el desarrollo de cuestionarios tipo test, mejora su rendimiento. Además, esta actividad se programó para ejecutarse en grupos, lo que permite a los estudiantes adquirir competencias para trabajar de manera efectiva en equipo y en entornos multidisciplinares [1].

Los datos utilizados (Tabla 1) se han recopilado a partir de las notas del examen de la convocatoria ordinaria de la asignatura optativa del Máster de IQ de la UAM-URJC: "Gestión Sostenible del Agua" (3 ECTS) (cursos 2016/2017 a 2021/2022), impartida mediante clases teóricas y prácticas en el aula. En el curso 2021/2022, los 7 grupos de 3 estudiantes que ya habían trabajado juntos en la realización de presentaciones mediante el desarrollo y exposición de un caso práctico en el contexto de la Gestión Sostenible del Agua, generaron un repositorio de 90 preguntas representativas de todo el contenido teórico de la asignatura. Este repositorio lo usaron como sistema de autoevaluación y la profesora lo utilizó para la evaluación, incluyendo 30 de las 90 preguntas en el examen final.

**Tabla 1**. Comparativa de las notas de examen de la convocatoria ordinaria de la asignatura

| Curso | 2016/2017 | 2017/2018 | 2018/2019 | 2019/2020 | 2020/2021 | 2021/2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nota del examen (media ± desv) | 4,1 ± 1,5 | 4,7 ± 2,2 | 6,0 ± 1,7 | 4,6 ± 2,0 | 7,0 ± 1,7 | 7,7 ± 0,9 |
| Nº estudiantes/nº suspensos | 27/8 | 30/15 | 34/6 | 29/11 | 25/2 | 22/0 |

La participación directa en su evaluación mostró una mejora en el rendimiento de los estudiantes, aumentando la nota media de la asignatura y disminuyendo el número de suspensos. Además, aumentó su grado de satisfacción. Con este modelo híbrido de evaluación, el profesor no ha perdido su papel central en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y los estudiantes han desempeñado un papel más activo en el proceso, lo que ha permitido aumentar sus logros y promover su aprendizaje autodirigido. Además, se ha comprobado que la autoevaluación promueve competencias como el desarrollo de la capacidad de análisis, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la aceptación de responsabilidades.

Trabajo realizado en el marco del proyecto: Desarrollo de herramientas de análisis de la fiabilidad de la evaluación en la universidad debida al confinamiento por COVID-19, financiado por Fondos Supera COVID-19 (CRUE-Banco Santander).

## Referencias

[1] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

[2] Cervantes, T.C., García, R.E., de la Torre Navarro, E. 2012. La evaluación en el aula universitaria: Del examen tradicional a la autoevaluación. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte 12, 473-491.

[3] Martinez, V., Mon, M.A., Alvarez, M., Fueyo, E., Dobarro, A. 2020. e-Self-Assessment as a Strategy to Improve the Learning Process at University. Education Research International 3454783.

Área temática: T2. Evaluación de competencias y de resultados de aprendizaje

# Utilidad de los cuestionarios implementados con Moodle y Socrative en la asignatura de Cálculo y Diseño de Reactores Químicos

**Susana Lucas**[1,*], Mª Teresa García[1], Mónica Coca[1], Juan Carlos López[1], Miguel Ángel Urueña[1], Marina Fernández[1], Esther del Amo[1], Gamaliel López[2], Ana Mª Rodríguez[3], Francisco Javier Deive[3]

([*]susana.lucas.yague@iq.uva.es)

[1] Universidad de Valladolid, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales. C/Mergelina s/n, Valladolid, España

[2] Universidad de Valladolid, Dpto. Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, E.T.S. Arquitectura, Valladolid, España

[3] Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Industrial, Vigo, España

**Palabras clave:** Evaluación; Cuestionarios; Autoevaluación; Reactores Químicos; Socrative

## Resumen

En la asignatura Cálculo y Diseño de Reactores Químicos (obligatoria de tercer curso del Grado en Ingeniería Química, 6 ECTS, 30 estudiantes) se han diseñado cuestionarios de evaluación y autoevaluación empleando Moodle y la herramienta Socrative. En concreto, se han implementado con Moodle dos cuestionarios de evaluación, uno de ellos correspondiente al bloque de Reactores Homogéneos y otro relativo al bloque de Reactores heterogéneos. Cada cuestionario está compuesto de un banco de 30-40 preguntas calculadas simples, aunque cada estudiante únicamente deberá resolver 6 preguntas durante 60 minutos. Las preguntas calculadas simples de Moodle son preguntas numéricas individuales cuyas respuestas son el resultado de una fórmula numérica, que contiene valores numéricos variables, mediante el uso de comodines (p.e., {x} , {y}), que son sustituidos con valores aleatorios cuando el estudiante realiza el cuestionario. La forma de configurar el cuestionario limitando el tiempo de resolución, con dos cuestiones por página, colocando las preguntas en orden aleatorio y el hecho de tener valores numéricos de respuesta diferentes, permite obtener cuestionarios versátiles y con los que se limita bastante las opciones de copia por parte de los estudiantes. Estos cuestionarios implementados con Moodle se emplearon durante el curso académico 2019/2020 (pandemia COVID), como herramienta de evaluación virtual de la asignatura. Los resultados de aplicación de dichos cuestionarios fueron valorados muy positivamente por estudiantes y profesores. Por ello, en los cursos académicos posteriores, con evaluación presencial, se han puesto los cuestionarios a disposición de los estudiantes como herramienta de autoevaluación.

Además, y con la finalidad de conocer de forma veraz el grado de comprensión de los contenidos de los cada uno de los temas de la asignatura, los profesores decidieron elaborar cuestionarios de autoevaluación con la herramienta Socrative [1], que es una plataforma digital gratuita que permite crear encuestas y cuestionarios conociendo la respuesta de los alumnos en tiempo real a través tanto de ordenadores como de dispositivos móviles. Durante el presente curso académico se ha elaborado un cuestionario de autoevaluación con Socrative para cada uno de los temas de la asignatura. Se trata de un cuestionario corto de 5 preguntas del tipo opción múltiple o verdadero/falso que los alumnos completan al finalizar cada uno de los temas de la asignatura. El cuestionario, de 10 minutos de duración, se lanza en clase y los alumnos lo pueden completar de forma sencilla desde cualquier dispositivo electrónico. De forma instantánea los alumnos conocen las respuestas acertadas. El profesor, por su parte, a medida que responden a las preguntas, puede ver en tiempo real los resultados codificados por colores y ordenados en filas y columnas. Las cajas verdes indican las respuestas correctas mientras que las rojas señalan las incorrectas. Al final del proceso es posible descargar a través de la plataforma los informes detallados de evaluación diagnóstica. A modo de ejemplo, en el cuestionario correspondiente al tema del reactor discontinuo de tanque agitado, en el que participaron 24 estudiantes, la puntuación media obtenida fue de 67,5/100, un 29% de los estudiantes acertaron todas las preguntas y tan sólo un 4% fallaron todas respuestas.

Socrative se presenta como una herramienta de evaluación educativa digital muy interesante ya que permite al docente crear de forma sencilla cuestionarios. Los estudiantes se sienten motivados ya que pueden resolverlos de forma fácil y rápida desde sus dispositivos electrónicos visualizando los resultados de forma instantánea. Al profesor, los informes de evaluación diagnóstica que proporciona la plataforma, son un instrumento muy útil para detectar los puntos débiles de la asignatura en los que poder hacer hincapié en las clases presenciales.

## Referencias

[1] Socrative. https://www.socrative.com

# Evaluación de las exposiciones orales por profesorado y alumnado: experiencia en "Procesos de Fabricación de los Materiales de Construcción"

(*María José Muñoz-Portero)

Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España, Equipo de Innovación y Calidad Educativa sobre Técnicas de Evaluación Continua Formativa (EICE-TECOF)

(*mjmunoz@iqn.upv.es)

**Palabras clave:** competencia; evaluación; exposición oral, metodología de enseñanza-aprendizaje.

## Resumen

El objetivo de la presente innovación educativa es la aplicación de metodologías de enseñanza-aprendizaje basadas en las exposiciones orales de los alumnos, de forma que se consiga un aprendizaje más activo del alumnado y permita al profesorado aplicar herramientas alternativas de evaluación.

La innovación educativa se ha aplicado desde el curso 2015-2016 hasta el curso 2020-2021 en la asignatura de "Procesos de Fabricación de los Materiales de Construcción (PFMC)", impartida en el 4º curso del Grado en Ingeniería Química en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València. El número de alumnos matriculados en la asignatura es reducido, oscilando entre 3-25, lo que facilita el desarrollo y evaluación de innovaciones educativas.

La innovación educativa consiste en la realización de una exposición oral (individual o en grupo de 2-3 alumnos) sobre los contenidos de un trabajo académico de teoría de carácter autónomo sobre aplicaciones de los materiales usados en la construcción. La exposición oral se realiza apoyándose en una presentación en PowerPoint. Los alumnos disponen de 15 minutos como máximo para realizar la exposición oral de cada trabajo. La evaluación de la exposición oral es realizada tanto por la profesora como por el resto de alumnos (evaluación entre iguales) utilizando una rúbrica. En dicha rúbrica se evalúan un total de 15 ítems, los cuales se agrupan en tres categorías: exposición, contenido y lengua. Los criterios de evaluación en la rúbrica se establecen en una escala de 0 a 5. La nota de cada alumno en la exposición oral es el promedio entre la nota de la profesora y la nota media del resto de alumnos. La nota de la exposición oral representa un 15 % de la nota final de la asignatura. La valoración de la innovación educativa se realiza mediante las calificaciones de los alumnos y la autoevaluación del profesorado.

Las calificaciones obtenidas por los alumnos en las exposiciones orales muestran que la categoría de contenido es la que presenta las calificaciones máximas, mientras que la categoría de lengua es la que presenta las calificaciones mínimas (Tabla 1). En relación a la evaluación realizada por la profesora y por el resto de alumnos, las calificaciones obtenidas en la evaluación por la profesora son superiores a las obtenidas en la evaluación por el resto de alumnos en las categorías de exposición y contenido, mientras que en la categoría de lengua son inferiores.

**Tabla 1.** Calificaciones obtenidas por los alumnos en la exposiciones orales de PFMC.

| Curso | Exposición (33.3 %) | | Contenido (40 %) | | Lengua (26.7 %) | | Total (100 %) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profesora | Alumnos | Profesora | Alumnos | Profesora | Alumnos | Profesora | Alumnos |
| 2015-2016 | 4.24 | 4.36 | 4.42 | 4.49 | 4.00 | 4.41 | 4.25 | 4.42 |
| 2016-2017 | 4.42 | 4.42 | 4.66 | 4.43 | 4.00 | 4.50 | 4.40 | 4.44 |
| 2017-2018 | 4.77 | 4.56 | 4.72 | 4.65 | 4.00 | 4.65 | 4.55 | 4.62 |
| 2018-2019 | 4.27 | 4.15 | 4.74 | 4.27 | 4.00 | 4.23 | 4.39 | 4.22 |
| 2019-2020 | 4.83 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 4.00 | 4.34 | 4.47 | 4.39 |
| 2020-2021 | 4.20 | 4.40 | 4.89 | 4.51 | 4.08 | 4.43 | 4.44 | 4.45 |
| **Media-Curso** | **4.46** | **4.37** | **4.68** | **4.47** | **4.01** | **4.43** | **4.42** | **4.42** |

La valoración del profesorado sobre las exposiciones orales de los alumnos es muy positiva, ya que los alumnos aprenden a comprender y expresar los conceptos de la asignatura delante de otras personas. Esto queda de manifiesto en las altas calificaciones obtenidas por los alumnos en las exposiciones orales. El uso de exposiciones orales como metodología de enseñanza-aprendizaje permite que el alumnado adquiriera nuevas estrategias de aprendizaje y desarrolle la competencia clave en lectoescritura [1]. Además, permite al profesorado realizar una evaluación más formativa y completa del alumnado.

## Referencias

[1] Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (2018/C 189/01). Diario Oficial de la Unión Europea, 4 de junio de 2018, C 189, p. 1-13.

# Trabajo cooperativo en las prácticas de laboratorio de Química: ¿Una forma de mejorar los resultados académicos?

**María J. Jiménez**[1,*], Elisabet Ortega[1], Elvira Navarro[1], Pedro A. González[1], María J. Ibañez[1], Tania Mazzuca[1],

([*]mjjimenezcallejon@ual.es)

[1] Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Carretera Sacramento s/n, La Cañada de San Urbano, Almería, España

**Palabras clave:** Trabajo cooperativo; Motivación; Satisfacción; Resultados de aprendizaje; Resultados académicos

## Resumen

Este trabajo compara diferentes metodologías en el desarrollo y evaluación de las Prácticas de Laboratorio (PdL) de la asignatura "Química" de primer curso, primer cuatrimestre, impartidas por el Dpto. de Ingeniería Química de la Universidad de Almería durante el curso 2021/22. Estas representan el 32% del trabajo presencial de la asignatura. En el grado de Ingeniería Agrícola, dichas PdL han sido desarrolladas mediante trabajo cooperativo (TC), en equipos constituidos por al menos 3 integrantes. Estas suponen para el estudiantado un primer contacto con el desarrollo de la competencia "Trabajo en equipo". Entre los objetivos, aumentar la motivación e implicación del estudiantado, en un contexto, en el que el índice de aprobados habitualmente es inferior al 20%. En las ingenierías industriales, que incluyen los grados en Química Industrial, Mecánica, Electrónica y Eléctrica, el desarrollo y evaluación de las PdL ha sido realizado en su totalidad en forma de trabajo individual (TI). La Tabla 1 muestra una breve comparativa sobre ambas metodologías empleadas.

Preguntado el estudiantado acerca de su satisfacción con el TC realizado, el 80% de este se mostró de acuerdo/muy de acuerdo con que este es un buen método para comprender mejor los contenidos, desarrollar sus habilidades sociales, aumentar su motivación y compartir la carga de trabajo, recomendando su aplicación en otras asignaturas. Así mismo, en la evaluación del TC (exposición oral con rúbrica), el 73% del estudiantado obtuvo entre 1,01 y 1,50 puntos de un máximo de 1,50 puntos. En relación con el TI, ante las mismas cuestiones tipo test, los resultados en todos los grados fueron similares: 33-39% de aciertos. En contraste, el TC desarrollado únicamente en las PdL no arrojó una mejora significativa en el índice de aprobados.

**Tabla 1.** Comparativa de la metodología y puntuaciones alcanzables en las Prácticas de Laboratorio (PdL) de la asignatura Química objeto de este estudio (UAL, curso 2021/22)

| Metodología de trabajo en las PdL | Descripción y puntuaciones alcanzables por los estudiantes | |
|---|---|---|
| | Trabajo Individual (TI) + Trabajo Cooperativo (TC); Ingeniería Agrícola | Trabajo Individual (TI); Ingenierías Industriales |
| *Antes de las sesiones de PdL (a través de plataforma virtual)* | | |
| 0. Lectura previa de guión y/o visualización de vídeos | ✓ | ✓ |
| *Durante la sesión de PdL* | | |
| 1. Cuestiones iniciales individuales | ✓ Formato papel; Hasta 0,5 p. | ✓ Kahoots; Hasta 0,5 p. |
| 2. Breve introducción de la PdL por parte del profesorado (10 min.) | ✓ | ✓ |
| 3. Desarrollo de la parte experimental y cálculos de la PdL | ✓ TC; Grupos dirigidos | ✓ TI |
| 4. Cuestiones finales individuales | ✓ Formato papel; Hasta 0,5 p. | ✗ |
| *Después de las sesiones de PdL* | | |
| 5. Entrega de informes o cuadernos de PdL | ✓ TC; requisito para la exposición | ✓ TI; Hasta 0,5 p. |
| 6. Exposiciones orales de las PdL | ✓ TC; Hasta 1,5 p. | ✗ |
| 7. Preguntas individuales tipo test en prueba escrita final en convocatoria oficial | ✓ Hasta 1,1 p. | ✓ Hasta 1,5 p. |

**Agradecimientos:** A la Universidad de Almería, por las ayudas concedidas en la Convocatoria para la Creación de Grupos de Innovación y Buenas Prácticas Docentes; bienio 2021 y 2022: 21_22_1_17C.

# Reforzamiento de la docencia teórico-práctica: Desde la comprensión lectora en el aula, a la integración de conocimientos en la realidad industrial

**José A. Siles**[1], Mª Carmen Gutiérrez[1], M. Toledo[1], Mª Ángeles Martín[1], Arturo F. Chica[1], Giomar D. Posada[2], Fernando Pérez[2], A. Valero[2], Elena Carrasco[2]

(*joseangel.siles@uco.es)

[1] Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química. Instituto Universitario de Nanoquímica (IUNAN), Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba. [2] Universidad de Córdoba. Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Darwin – Anexo, 14071 Córdoba.

**Palabras clave:** Bilingüismo; compresión lectora; síntesis; tutorización; visitas técnicas.

## Resumen

La realidad del aula muestra las importantes dificultades en el aprendizaje de gran parte del alumnado en contextos fundamentales como la interpretación y asimilación de textos escritos, la capacidad de síntesis y/o exposición en público de las principales ideas extraídas de los mismos, siendo todas estas competencias básicas en los estudios universitarios. Ello se acentúa al utilizar una lengua distinta a la materna y se trabaja con alumnado de distintas nacionalidades, siendo en este caso especialmente importante la atención a la diversidad [1]. Adicionalmente, el aprendizaje teórico-práctico de gran parte de las disciplinas universitarias relacionadas con la Ingeniería Química suele realizarse en el aula o laboratorio, no existiendo un contacto estrecho con otras entidades o sectores como el industrial, prácticamente hasta la finalización del Grado. Este hecho dificulta sensiblemente la adquisición y desarrollo de otra competencia fundamental, que afecta a la empleabilidad del alumnado como la capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica cotidiana del sector productivo [2]. En esta actividad docente innovadora se han combinado las actividades académicamente dirigidas (AADD) (basadas en lectura de textos científico-técnicos, síntesis y exposición a lo largo del curso), con visitas a instalaciones destacadas, con el alumnado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y Ciencias Ambientales (CCAA) de la Universidad de Córdoba. En el desarrollo de la experiencia se ha contado con un total de 10 asignaturas, impartidas en español e inglés, del segundo y tercer curso de dichos Grados y relacionadas con la gestión medioambiental en la industria alimentaria, tratamiento de aguas residuales y bromatología, participando 150 estudiantes (cursos 2020/21 y 2021/22). La metodología empleada ha consistido en la realización de una serie de actividades llevadas a cabo de forma secuencial: (1) Asignación de temáticas para la realización de la AADD (a comienzos de curso), con indicación de su objetivo general (grupos 2-3 componentes); (2) entrega periódica por parte del profesorado de textos cortos en inglés (< 500 palabras) relativos a la AADD; (3) breve exposición en clase, en el idioma en que se imparte la asignatura, de las ideas principales extraídas de los textos (2 alumnos escogidos aleatoriamente, dos días después de la entrega; < 2 min/alumno); (4) realización de tutorías individuales o grupales mensuales; (5) presentación de la AADD en formato escrito (máx. 10 páginas) y exposición oral en formato Canva (4 min/alumno); (6) visitas técnicas a industrias agroalimentarias relacionadas con la AADD. Entre los resultados conseguidos destaca una mejora general del proceso de aprendizaje (incremento de la tasa de éxito respecto a cursos anteriores de hasta el 10%) y el reforzamiento de distintas competencias básicas, como la comprensión lectora, capacidad de síntesis-exposición, la competencia lingüística y la integración de conocimientos teórico-prácticos. Además, se ha conseguido fomentar la motivación del alumnado, que ha valorado positivamente la actividad realizada (Fig. 1).

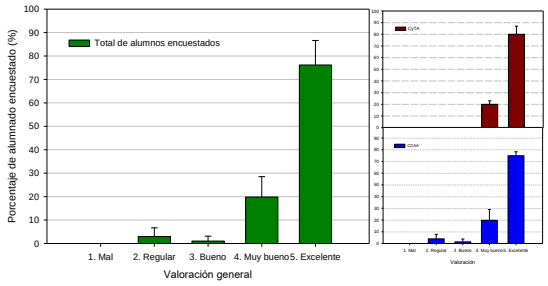



**Figura 1.** Grado de satisfacción del alumnado.

## Referencias

[1] Nikula, T.; Moore, P. Exploring Translanguaging in CLIL. Int. J. Billing. Ed. And Bilingualism. 2019, 22(2), 237-249.

[2] Figueras, M.; Ferrés, J.; Mateus, J.C. Percepción de los/as coordinadores/as de la innovación docente en las universidades españolas sobre el uso de dispositivos móviles en el aula. Prisma Social. 2017, 20, 160-179.

**Agradecimientos:** Servicio de Protección Ambiental (SEPA) UCO; Servicio Central de Apoyo a la Investigación (SCAI) UCO; Termosolar La Africana (Córdoba); UCO-PID 2020-5-2004; MCIN/AEI (PID2020-117438RB-I00); PYC20 RE048.

# *Tips* para mejor aprovechamiento y evaluación de asignaturas experimentales

**Maria Martin-Martinez**[1,*], Gema Pliego[2], José A. Baeza[2], Jaime Carbajo[1]

[1] Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España

[2] Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, C/ Francisco Tomás y Valiente 7, 28049 Madrid, España

*email:* mariam74@ucm.es

**Palabras clave:** *Socrative*; Autoevaluación; Guía de errores frecuentes; Prácticas de laboratorio; Flujo de fluidos.

## Resumen

Este trabajo se enmarca en la asignatura 'Experimentación en Ingeniería', laboratorio obligatorio de 6 créditos ECTS, que se imparte en el 2º curso del Grado en Ingeniería Química de la UAM, donde se han detectado una serie de problemas recurrentes: (i) Falta de comprensión de los fundamentos teóricos y del procedimiento experimental necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio; (ii) Dificultad del docente para evaluar el trabajo personal; (iii) Dificultad de los estudiantes para elaborar los informes finales de prácticas (entrega individual).

Con la finalidad de solventar estas dificultades, se han definido distintas actividades, entre las que cabe destacar:

- uso de *Socrative* como incentivador en seminarios teóricos previos a las prácticas de laboratorio (Fig. 1).
- elaboración de cuestionarios para mejorar la comprensión de los aspectos procedimentales de la asignatura, evaluados dentro del 'Trabajo Personal' (Fig. 2).
- empleo de rúbricas de autoevaluación y de guías de errores comunes cometidos por alumnos en años precedentes para mejorar la calidad de los informes finales de la asignatura.

Se logró una mejora sustancial de las calificaciones obtenidas por los estudiantes, con un mejor aprovechamiento de las prácticas y una entrega final de informes de mayor calidad. Por su parte, los docentes de la asignatura contaron con herramientas de evaluación más objetivas para evaluar el trabajo personal de los estudiantes.

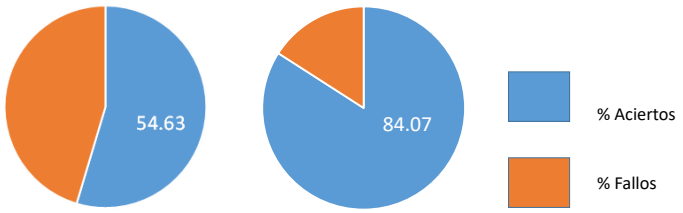



**Figura 1.** Relación de respuestas acertadas y falladas en los test de evaluación antes y después del seminario teórico de la asignatura.

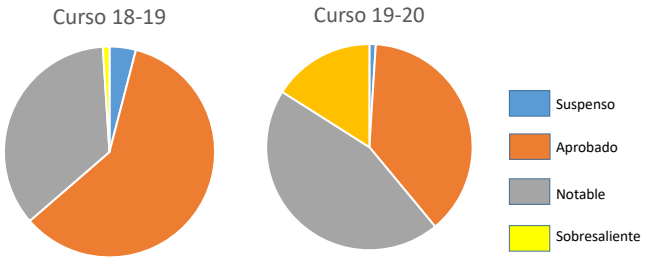



**Figura 2.** Calificaciones de trabajo personal en el curso 2018/2019 (previo a modificaciones) y 2019/2020 (primer curso de aplicación de modificaciones docentes).

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la UAM la concesión del proyecto de innovación docente C_016.19_INN de la convocatoria INNOVA.

# Utilidad de Cantera en la enseñanza: Herramienta de fácil acceso para entender los conceptos de Tad y la fracción de mezcla

**Elia Judith Martínez Torres***, Olegario Martínez, Marta E Sánchez, Antonio Morán, Raúl Mateos, Fernando González-Andrés, Xiomar Gomez

(*xagomb@unileon.es)

Universidad de León y Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Agroambiental y Química (INGENIAQ) de la Universidad de León

**Palabras clave:** (Anaconda; cantera; Temperatura de llama adiabática; fracción de mezcla).

## Resumen

Los avances tecnológicos han permitido mejorar enormemente la productividad y la capacidad de generar nuevas aplicaciones destinadas a facilitar el día a día de las personas. En el campo de la docencia estos avances también se encuentran disponibles pero su aplicabilidad requiere de un aprendizaje previo por parte del personal docente implicado.

Un recurso de gran utilidad son las licencias abiertas de software dado que permiten el acceso gratuito tanto al personal docente como a los estudiantes y su campo de aplicación puede ser fácilmente adaptado a las diferentes necesidades encontradas en función del nivel de aprendizaje que se desee alcanzar. Entre los recursos disponible en acceso abierto se encuentra ***Anaconda Navigator*** [1] el cual es ambiente de trabajo para la ciencia de datos. Anaconda es compatible con cualquier sistema operativo y su proceso de instalación es fácilmente entendible para cualquier persona que carezca de nociones básicas de programación. El lenguaje de desarrollo es Python, el cual es relativamente simple de utilizar y aprender, ya que su sintaxis se basa en la legibilidad. Este lenguaje es mucho más fácil de leer y traducir que cualquier otro código de programación.

En la presente comunicación se describe el uso de ***Cantera*** [2] como herramienta útil para automatizar los cálculos cinéticos y termodinámicos. Cantera es un conjunto de herramientas de código abierto que facilita la realización de dichos cálculos y permite extraer información relacionada con la cinética del proceso de combustión. En el presente trabajo se ha utilizado esta herramienta como metodología que facilite el aprendizaje del concepto de temperatura de llama adiabática y el efecto de la composición de la mezcla sobre la temperatura final alcanzada. En la figura 1 se esquematiza el uso de las librerías disponibles para su aplicación en un tema concreto de estudio en las asignaturas de ingeniería química.

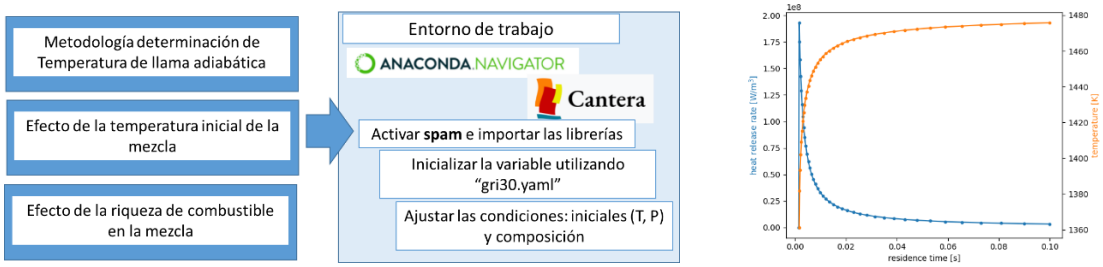



**Figura 3.** Procedimiento para la aplicación Cantera en al enseñanza. Adaptación del uso de las librerías para el aprendizaje de conceptos básicos en la determinación de termperatura de llama adiabática

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por la Escuela de Formación de la Universidad de León a través del programa de apoyo a los Grupos de Innovación Docente

## Referencias

[1] Anaconda navigator. https://docs.anaconda.com/anaconda/navigator/index.html
[2] https://cantera.org/

# Integración del diseño molecular y la simulación de procesos en el desarrollo de nuevos procesos y productos industriales

**José Palomar**[*], Victor Ferro, Jesús Lemus, Pablo Navarro, Cristian Moya, Rubén Santiago, Daniel Hospital, Elisa Hernández, Alejandro Belinchón, Coral Paramio, Jose Daniel Suárez

([*]pepe.palomar@uam.es)

[1] Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Calle Tomás y Valiente 7, 28049, Madrid, España

**Palabras clave:** Simulación molecular; Simulación de procesos; Modelos COSMO; Aspen One

## Resumen

Ante el escenario de transformación digital en el que la sociedad se está sumergiendo, junto con la creciente necesidad de adaptar las metodologías docentes a contextos más flexibles y adaptables a tendencias o situaciones de emergencia, la preparación de cursos de simulación de procesos en modalidad a distancia se erige como una vía de trabajo estratégica.

En el curso "Integración del diseño molecular y la simulación de procesos en el desarrollo de nuevos procesos y productos industriales" se combina la enseñanza de la simulación de procesos en simuladores Aspen One (Aspen Plus y Aspen Hysys) con las posibilidades que ofrecen los modelos COSMO, tanto en simulación molecular (COSMOtherm) como su integración en simulación de procesos mediante la metodología multiescala COSMO/Aspen, tal y como se ejemplifica en la Figura 1. Desde 2020, el curso ha evolucionado desde su modalidad presencial (tres primeras ediciones) hasta su formato más flexible de hoy en día, conducido a partir de la plataforma Microsoft Teams.

El curso actual se estructura en una semana (25 h), con sesiones de 5 h/día en formato teoría (2 h) + práctica (3 h), utilizando 3 programas profesionales de modelización molecular (Turbomole), predicción de propiedades (COSMOtherm) y simulación de procesos (Aspen Plus). Las sesiones prácticas se han diseñado para trabajar en formato doble pantalla, con el objetivo de seguir la sesión explicativa en Microsoft Teams a la vez que se trabaja en el PC virtual de la Universidad Autónoma de Madrid, apoyándose en casos prácticos que incluyen guion, tutorial del software y formulario de resultados. Con objeto de cohesionar el curso, las tareas prácticas discurren desarrollando dos procesos: i) Producción de acetato de butilo por trans-esterificación y ii) Diseño de líquidos iónicos para operaciones de separación. Es reseñable el desarrollo de platillas que permiten cumplimentar las distintas tareas con tablas y figuras ya implementadas para facilitar el seguimiento de las sesiones y el aprendizaje de los conceptos, junto con la participación simultánea de tres docentes (un ponente, un moderador del chat y un profesor de apoyo en un canal paralelo) en las clases prácticas.

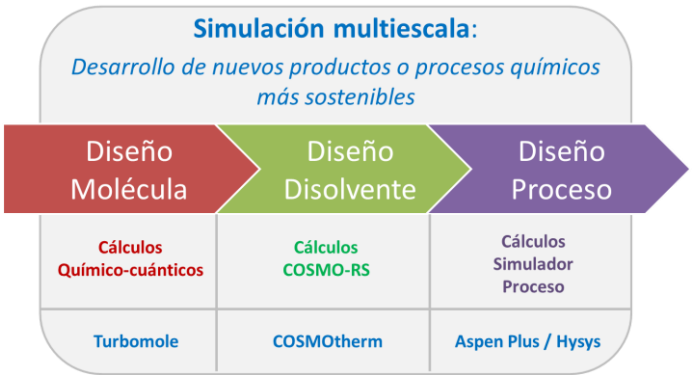



Figura 1. Estructura conceptual del curso.

Los estudiantes valoran muy positivamente tanto el curso como la actividad docente en modalidad online. El 95 % de los estudiantes recomendaría el curso, mientras que el desarrollo de las actividades prácticas, que suele ser la principal dificultad en este tipo de formatos, es satisfactorio para el 80 % de los encuestados, en cifras agregadas de ambas ediciones. La principal contribución que encuentran los estudiantes es la interactividad del curso en formato online.

# Desarrollo de recursos para aprendizaje semipresencial en estudios de Máster: Diseño de simuladores en Ingeniería Química

**Mª Teresa García[1],** Manuel Salvador Carmona[1], Jesús Frades[1], Miguel Ángel Alonso[1], Ángel Carnicer[1],

Mª Carmen López[2], Carmen María Fernández[3], Luis Rodríguez Benitez[4]

(*teresa.garcia@uclm.es)

[1] Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, Pl. Manuel Meca, s/n, 13400 Almadén, Ciudad Real, España.

[2] Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Inorgánica, Orgánica y Bioquímica, Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, Pl. Manuel Meca, 13400 Almadén, Ciudad Real, España

[3]Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Av. Camilo José Cela, 10, 13005 Ciudad Real, España.

[4]Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información, Escuela Superior de Informática, Paseo de la Universidad, 4, 13071 Ciudad Real, España.

**Palabras clave:** Máster Semipresencial; Diseño de simuladores.

## Resumen

En el presente trabajo se presenta un esquema de trabajo que se llevará a cabo en la asignatura de Operaciones Básicas en la Ingeniería de Minas del Máster Universitario de Ingeniería de Minas de la Escuela de Ingeniería de Minas e Industrial de Almadén, Máster con modalidad semipresencial. Dicha experiencia tiene como objetivo principal mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje de alumnos apoyada en el uso de las TICs mediante el desarrollo de módulos de simulación.

El diseño y desarrollo, por parte del alumno, de módulos de simulación sencillos, utilizando un modelo de aprendizaje constructivista favorece el desarrollo de habilidades y destrezas que le permitan comprender, analizar, evaluar, aplicar sus conocimientos y fomentar su creatividad. Además, la simulación permite reproducir experiencias un elevado número de veces, paliando la disminución de actividades prácticas que puede darse en la modalidad semipresencial. Esto les permite asimilar contenidos y desarrollar análisis crítico y toma de decisiones. Por otro lado, este tipo de herramientas suele motivar al alumno y acelera el proceso educativo, mejorando su rendimiento y satisfacción.

Los módulos de simulación se desarrollarán mediante hojas de cálculo interactivas utilizando Microsoft Excel. Estas serán desarrolladas por los propios alumnos bajo la supervisión del profesorado y puestas a disposición del resto de alumnos utilizando un Entorno de Aprendizaje Virtual (EVA), concretamente la plataforma Moodle. Para su desarrollo, el trabajo se ha dividido en diferentes actividades que van, desde la coordinación y definición del problema a resolver, hasta su desarrollo, y evaluación tanto de las destrezas adquiridas como del proceso en sí por parte del alumnado y profesorado.

Finalmente, cabe destacar que la metodología propuesta es generalizable a un elevado número de asignaturas relacionadas con la Ingeniería Química y que presenta un carácter claramente innovador al fomentar la preparación de contenidos teórico-prácticos con herramientas que ponen al alumno como actor principal en su desarrollo, factor clave en la enseñanza en modalidad semipresencial.

# Percepción de profesores y estudiantes de Ingeniería Química sobre el uso de herramientas de respuesta de audiencia

**Nuria Martí[1] (nuria.marti@uv.es)**, Antonio Jiménez-Benítez[1], José D. Badia[1], Juan B. Giménez[1], María V. Ruano[1], Rita Sánchez-Tovar[1], Pau San-Valero[1], Ángel Robles[1]

[1] Grupo de Innovación Docente de Ingeniería Química y Medio Ambiente (IDIQMA), Departamento de Ingeniería Química, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Universitat de València, Av. de la Universitat s/n, 46100, Burjassot

**Palabras clave:** Ingeniería Química; Recursos tecnológicos; Sistemas de respuesta de audiencia

## Resumen

Con el objetivo de mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades en el campo de Ingeniería Química (IQ), se están introduciendo metodologías pedagógicas innovadoras en diferentes grados y másteres de educación superior [1], [2]. La metodología de gamificación representa una oportunidad al combinar experiencias interactivas con el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), particularmente mediante la aplicación de sistemas de respuesta de audiencia (SRA), cuyo uso ha crecido exponencialmente en la última década [3].

El presente trabajo se enmarca en el proyecto desarrollado en la Universitat de València "Ingeniería química en la nueva era digital: nuevos recursos pedagógicos y tecnológicos para la innovación educativa". Su objetivo fue analizar la valoración por parte del alumnado y del personal docente sobre la implementación de SRA durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en un amplio espectro de asignaturas de distintas titulaciones adscritas al Departamento de Ingeniería Química de la Universitat de València

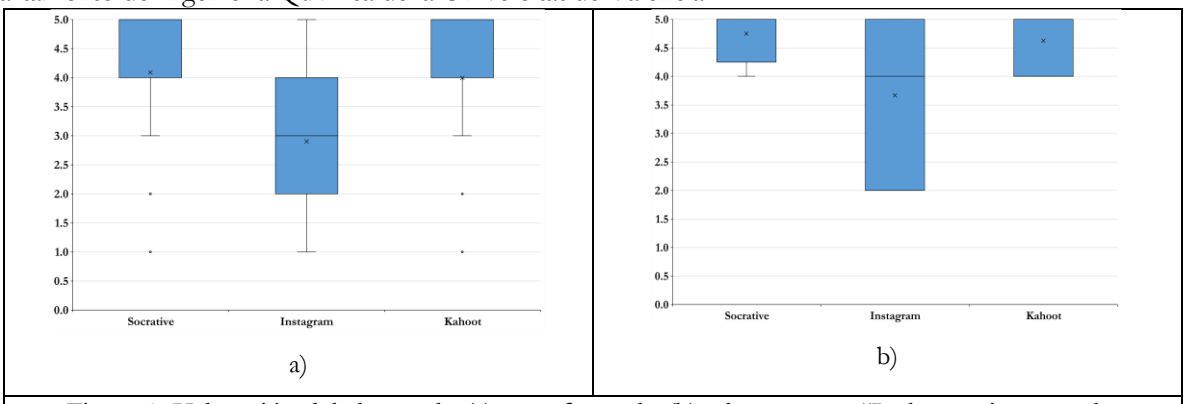



Figura 1. Valoración del alumnado (a) y profesorado (b) a la pregunta "La herramienta me ha facilitado la comprensión de los contenidos de las clases de teoría".

Los resultados de la figura 1 muestran la valoración por parte del estudiantado y profesorado a la cuestión "La herramienta me ha facilitado la comprensión de los contenidos de las clases de teoría". El alumnado la valoró con una media de 4 en una escala Likert 1-5 para Kahoot y Socrative, y significativamente inferior (3) para Instagram. En el caso del profesorado, la tendencia es similar, aunque con valoraciones medias mayores: por encima de 4.5 para Kahoot y Socrative, y mayor de 3.7 para Instagram. Estos resultados confirman el respaldo de alumnado y profesorado al uso de SRA en el proceso de enseñanza-aprendizaje en IQ.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Empleo y Servicios de Formación por el proyecto Ingeniería Química en la nueva era digital: nuevos recursos pedagógicos y tecnológicos para la innovación educativa (UV-SFPIE_PID19-1098267) y el apoyo del Departamento de Ingeniería Química y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València.

## Referencias

[1] M. Hernáiz-Pérez *et al.*, "Contextualized project-based learning for training chemical engineers in graphic expression," *Educ. Chem. Eng.*, vol. 34, pp. 57–67, 2021, doi: 10.1016/j.ece.2020.11.003.

[2] P. San-Valero, A. Robles, M. V. Ruano, N. Martí, A. Cháfer, and J. D. Badia, "Workshops of innovation in chemical engineering to train communication skills in science and technology," *Educ. Chem. Eng.*, vol. 26, pp. 114–121, 2019, doi: 10.1016/j.ece.2018.07.001.

[3] I. Aznar-Díaz, F. J. Hinojo-Lucena, M. P. Cáceres-Reche, and J. M. Romero-Rodríguez, "Analysis of the determining factors of good teaching practices of mobile learning at the Spanish University. An explanatory model," *Comput. Educ.*, vol. 159, no. September, 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.104007.

# Utilización de herramientas de simulación en la asignatura de Modelado de Procesos Biotecnológicos del grado de Ingeniería en Química Industrial

**Francisco J. Deive**[1*], Susana Lucas[2], María S. Álvarez[1], María A. Longo[1], Ana Mª Rodríguez[1]

(*deive@uvigo.es)

[1] Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Industrial, Campus Lagoas Marcosende s/n, 36310, Vigo, España

[2] Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente, Escuela de Ingenierías Industriales, C/Mergelina s/n, Valladolid, España

**Palabras clave:** Simuladores, SuperPro Designer, Procesos Biotecnológicos, Trabajo colaborativo, Modelado.

## Resumen

En los últimos años se ha destacado el atractivo de los simuladores profesionales para los procesos de aprendizaje debido a su interfaz intuitiva, el entorno interactivo y sus extensas bases de datos [1]. Este tipo de programas permite poner en práctica los temas estudiados y resolver problemas que les permitan desarrollar distintas habilidades. Con ellos, los estudiantes pueden variar las condiciones de operación de determinados procesos y analizar su influencia en las variables consideradas. De este modo, se verán obligados a tomar sus propias decisiones, aproximándolos a las situaciones reales que deberán enfrentar en el ejercicio de su profesión e interiorizar valores como la responsabilidad. En esta línea, el papel de profesor como guía (auspiciado por el plan Bolonia, como ya se ha mencionado) se hace evidente en este tipo de aprendizaje, ya que va ilustrando los procedimientos de trabajo y propiciando la combinación de experiencias de aprendizaje visual e interactivo con los propios conocimientos básicos de ingeniería química. A la vez, se potencia el rol activo del estudiante en el proceso de aprendizaje lo que facilita una mejor retención de conceptos de ingeniería [2].

Diversos autores [3] han resaltado que la simulación facilita la conexión de la realidad con el conocimiento abstracto, aunque siempre teniendo presente que la simulación es un complemento último en la formación y debe emplearse cuando los alumnos dominan ya todos los conceptos subyacentes requeridos para el diseño formal [56]. Por ello, dado que la asignatura de Modelado de Procesos Biotecnológicos del grado de Ingeniería en Química Industrial se imparte en el último curso de la titulación, se apostó por una de las herramientas más utilizadas para la simulación de procesos biotecnológicos, el programa SuperPro Designer, comercializado por la empresa Intelligen Inc. Esta empresa creada en el año 1991 es una *spin off* del Biotechnology Process Engineering Center perteneciente al Massachusetts Institute of Technlogy (MIT) y sus herramientas de simulación se enfocan a industrias biotecnológicas, farmacéuticas, de química fina, de biocombustibles, de tratamiento de aguas residuales y potabilización de agua, entre otras.

Este programa permite que los alumnos entiendan mejor la operación de procesos biotecnológicos facilitando el aprendizaje global a partir de las funcionalidades siguientes:

- Generación de balances de materiales y energía.
- Cálculo de cantidades y composiciones para todos los flujos de residuos, incluidas las emisiones de COV.
- Perfiles de demanda de recursos como mano de obra, materias primas, servicios públicos, etc.
- Diagramas de Gantt y diagramas de ocupación de equipos para procesos por lotes.
- Dimensionamiento de equipos.
- Análisis exhaustivo de los costes, incluida la estimación del coste del equipo, la inversión de capital y los costes de operación con desgloses detallados del coste de materiales, mano de obra, fungibles, servicios públicos, tratamiento de residuos, etc.
- Los informes, gráficos y funciones de escalado de SuperPro también brindan a los usuarios las herramientas necesarias para realizar análisis de tiempo de ciclo, así como escalar procesos para adaptarse a trenes de equipos específicos.
- Finalmente, los resultados del modelo, así como el modelo en sí, proporcionan una plataforma muy útil para la transferencia de tecnología.

Para simular un proceso biotecnológico, la estrategia es similar a otros simuladores convencionales tipo HYSYS, ya que el alumno comienza por registrar los componentes puros, crear el diagrama de flujo (seleccionando las unidades de operación e introduciendo las corrientes) y, a continuación, situando las operaciones e indicando las condiciones operacionales de cada una de ellas. Para comenzar a trabajar con el programa se impartirán unas

instrucciones básicas al alumnado en el marco de las sesiones magistrales y, a continuación, se optará por una estrategia de aprendizaje basada en problemas y en proyectos, que promueva el papel activo del alumno conforme a las directrices de Bolonia. Tras más de cinco cursos académicos, las valoraciones de los estudiantes han sido extremadamente positivas, a tenor de los resultados obtenidos en las encuestas de evaluación de la actividad docente realizadas por una empresa externa a la universidad.

## Referencias

[1] Deshpande A. A.; Huang S. H. Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review. Comput. Appl. Eng. Educ. 2011, 19, 399-410.

[2] Whitehouse T.; Choy B.; Romagnoli J. A.; Barton G. W. Global chemical engineering education: paradigms for online technology. Hydrocarb. Process. 2001,80, 100-B.

[3] Guy R. S., Lownes-Jackson M. The use of computer simulation to compare student performance in traditional versus distance learning environments. Iss. Informing Sci. Inf. Technol. 2015, 12, 95-109.

# Elaboración de actividades evaluables personalizadas empleando Matlab y Matlab Report Generator

**J.C. Domínguez**, C. Hopson, M.V. Alonso, J. García, S. Mateo, R. Miranda, M. Oliet, V. Rigual.

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

(*jucdomin@ucm.es)

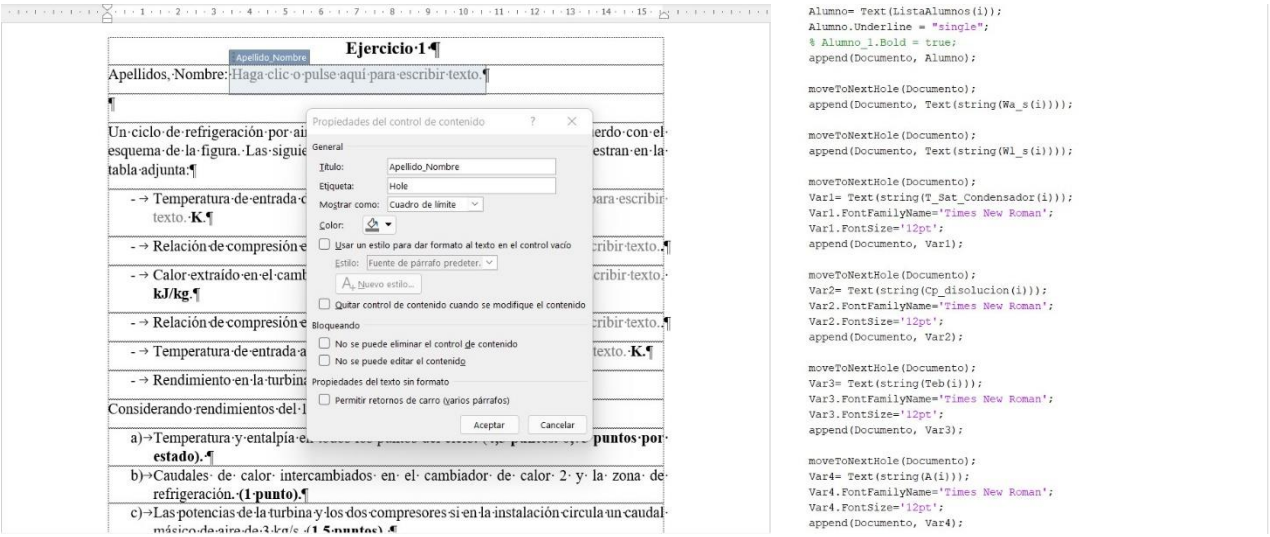
**Palabras clave:** Herramientas informáticas; autoaprendizaje; evaluación online.

## Resumen

El objetivo de esta comunicación es describir la experiencia acumulada en la elaboración de actividades evaluables en el área de la Ingeniería Química, acelerada tras la pandemia de COVID-19, que implicó la necesidad de aplicar un procedimiento de evaluación personalizado en muchos casos en remoto.

La elaboración de forma masiva de actividades docentes evaluables personalizadas presenta los siguientes retos:

- La dificultad debe ser similar para todos los estudiantes. Una posible solución, en el caso de evaluación mediante casos prácticos, es el empleo de un enunciado común para el que se generan valores iniciales distintos. La utilización de lenguajes de programación, como Matlab [1], simplifica notablemente la realización de esta tarea.
- La obtención de documentos, imprimibles o alojables en los campus virtuales de las asignaturas, con los enunciados de los casos prácticos y los valores iniciales personalizados para cada estudiante, sea sencilla y rápida (automatizando el proceso). La herramienta Matlab Report Generator permite, a partir de una plantilla elaborada previamente con Microsoft Word (Figura 1a), realizar esta tarea de forma sencilla empleando el mismo lenguaje que en la generación de los casos (Figura 1b), es decir, de forma simultánea, obteniéndose documentos en formato Word y/o PDF.
- La corrección de los exámenes. Los casos prácticos se pueden resolver generando automáticamente hojas Excel con los resultados personalizados empleando la misma herramienta informática, Matlab.




a) b)

**Figura 1.** a) Plantilla elaborada en Microsoft Word; b) código utilizado para modificar la plantilla.

De este modo, se puede concluir, a raíz de esta experiencia, que el empleo de una herramienta informática, Matlab y su extensión Matlab Report Generator, permite elaborar actividades evaluables de manera sencilla, masiva y automática.

Los autores desean agradecer al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del Proyecto de Innovación nº 48 (2021-2022).

## Referencia

[1] MATLAB version 2021b. Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc., 2021.

# Mejora de la calidad del material docente en la asignatura de ingeniería ambiental mediante visitas virtuales a edar y plantas de tratamiento de residuos

**Javier M. Ochando-Pulido**[1,*]

[*]jmochandop@ugr.es

[1] Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Granada. Campus Fuentenueva s/n. 18071, Granada

**Palabras clave:** innovación docente, EES, TIC, aula virtual, visitas virtuales.

## Resumen

En el marco estratégico "Horizonte 2020" de la Comisión Europea, se hizo especial hincapié en la importancia de mejorar y flexibilizar la enseñanza superior. Las clases magistrales, entendidas de la manera que se han venido desarrollando en estas últimas décadas de enseñanza, deben evolucionar hacia un modo de docencia más dinámico, donde el alumno/a adquiera su enseñanza de un modo integral.

En este sentido, la Universidad de Granada viene comprometiéndose en los últimos años en la implementación de las "TICs" (Tecnologías de la Información y la Comunicación), con el objetivo de mejorar la calidad docente de la comunidad universitaria.

En las carreras técnicas esto cobra, sin ningún lugar a duda, una especial relevancia. Las carreras técnicas deben evolucionar, complementando el contenido teórico con el necesario contenido práctico, es decir, del papel a la realidad. En esa línea, cobra especial importancia para la comprensión de los conceptos, complejos y abstractos en su mayoría, impartidos en las clases teóricas de Ingeniería Ambiental del Grado de Ingeniería Química y Ciencias Ambientales, dar al alumno/a una visión y un enfoque más completos de la dimensión de los procesos de tratamiento de aguas y residuos estudiados, que le permita adquirir una comprensión profunda y real de los mismos.

Debido a la organización de los Grados, con un alto número de horas lectivas, la realización de visitas a plantas de tratamientos resulta complicado, y es claramente un déficit en este tipo de titulaciones. Para paliar esta carencia, una buena solución puede ser la realización de "visitas virtuales" a distintas plantas de tratamiento.

A día de hoy, las nuevas tecnologías nos permiten implantar este tipo de material docente, mediante la grabación y preparación de vídeos de industrias. Además, actualmente es abundante el material disponible en la red preparado por otros/as docentes, investigadores, técnicos/as e ingenieros/as. Todo este material debe ser empleado para enriquecer la docencia de nuestras asignaturas técnicas, tal como se está llevando a cabo en la asignatura "Ingeniería Ambiental", en la cual los/as estudiantes reciben una visión que para ellos/as es imprescindible para una formación completa, enriqueciendo el conocimiento de su rama con un enfoque a nivel industrial.

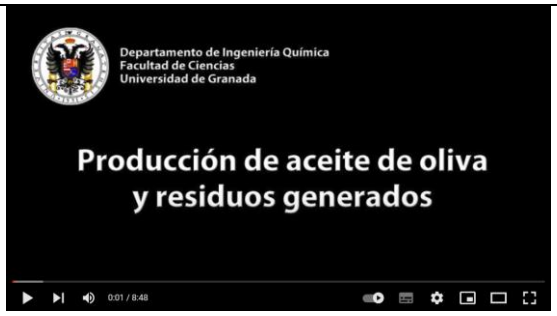



**Figura 1.** Producción de aceite de oliva y residuos generados (https://www.youtube.com/watch?v=-6m2h6pm3pU&t=23s).

**Figura 2.** Visita virtual Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Acciona en Lugo (https://www.youtube.com/watch?v=d8ZedbjZBXM).

## Referencias

[1] Patterson, D.A. 2011. Impact of a multimedia laboratory manual: Investigating the influence of student learning styles on laboratory preparation and performance over one semester. Education for Chemical Engineers, e10–e30..

[2] Rotgans, J.I., Schmidt, H.G., 2010. The role of teachers in facilitating situational interest in active learning classroom. Teaching and Teachers Education, doi:10.1016/j.tate.2010.06.25.

# Resolución de problemas modelo de Ingeniería Química usando MATLAB

J.M. Rosas, M.J. Valero-Romero, F.J. García-Mateos, R. Ruiz-Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero

(*jmrosas@uma.es)

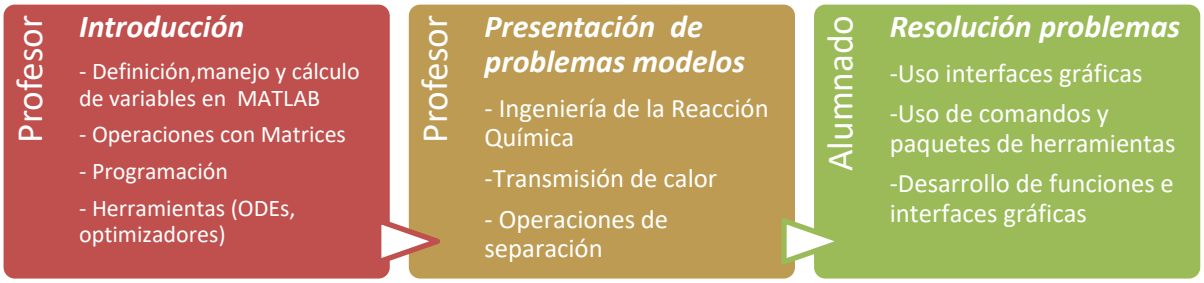
Universidad de Málaga, Andalucía Tech, Departamento de Ingeniería Química, Campus de Teatinos s/n, 29010 Málaga, Spain

**Palabras clave:** Matlab; resolución problemas; diseño de reactores; operaciones básicas; competencias tecnológicas

## Resumen

Es habitual que en aquellas asignaturas que abordan el diseño de unidades y operaciones de ingeniería se opte por simplificar los casos o problemas en ellos estudiados, de forma que puedan ser resueltos sin ayuda de herramientas informáticas complejas. No obstante, el uso de la aplicación informática MATLAB (MATrix LABoratory), puede ayudar al Ingeniero Químico en la comprensión del problema y obtención de una solución matemática de forma didáctica y rápida. Algunas características de MATLAB que lo hace idóeno frente a otras herramientas informáticas para el cálculo en Ingeniería Química son que incluye diferentes funciones y bibliotecas predefinidas con un lenguaje específico para ingenieros, admite otras plataformas y posee herramientas de visualización para diagramas y gráficos personalizados muy ventajosa para el análisis de datos [1,2,3].

Lamentablemente, las habilidades de programación informática, los conocimientos de métodos numéricos o de algoritmos de cálculo que se requieren para programar eficientemente la resolución de estas operaciones de ingeniería, no forman parte del conjunto de habilidades desarrolladas por los estudiantes en ingeniería, sobre todo durante los primeros cursos. Es por ello que en el presente trabajo se analiza la eficacia y experiencia en el desarrollo de las habilidades con el software Matlab de estudiantes del Grado de Ingeniería Química de tercero y cuarto mediante la resolución de problemas modelo. Los resultados y experiencias estan basados en la realización de varios seminarios que consistían en presentar las posibilidades de MATLAB como herramienta didáctica mediante la resolución de problemas de la asignaturs de Transmisión de Calor, Ingeniería de la Reacción Quimica y Operaciones Básicas, cuyo resultado requería la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias o algebraicas, regresiones no lineales o problemas de optimización (Esquema 1).




Esquema 1: Estructura conceptual de los seminarios.

Se ha comprobado la amplia versatilidad de MATLAB para la resolución de problemas de distintas materias del curriculo del grado en Ingeniería Química. Las competencias adquiridas por el alumnado, así como el grado de satisfacción se han analizado mediante diversos indicadores cualitativos y cuantitativos. Desde un punto de vista cualitativo, se ha observado una clara motivación del alumnado materializada en su alta participación en las tutorías, y la consecución de los objetivos propuestos, evidenciando una mejora continua del aprendizaje a lo largo de la duración de los seminarios. Por otro lado, la mayoría de los alumnos han valorado muy positivamente la experiencia, de forma que han conseguido la integracción de esta herramienta informática en la resolución de problemas de otras materias no contempladas en este estudio.

## Referencias

[1] Yeong Koo Yeo. Chemical Engineering Computation with MATLAB, Eds.; Boca Raton : Taylor & Francis, 2017.

[2] Kenneth J. Beers. Numerical Methods for Chemical Engineering Applications in MATLAB®. Cambridge University Press, 2007.

[3] Xianhua Li, Zuyi (Jacky) Huang. An inverted classroom approach to educate MATLAB in chemical process control. Education for Chemical Engineers, 19 (2017) 1–12.

Los autores agradecen a la UMA por la concesión de un proyecto de innovación educativa (referencia: 19-232).

# Test de autoevaluación, a través de la plataforma interna PoliformaT, como herramienta de seguimiento del aprendizaje del estudiante

**María-José Luján Facundo**[*], Esperanza M. García-Castelló, M. Isabel Iborra-Clar, Alicia Iborra-Clar

([*]malufa@etsii.upv.es)

[1]*Departamento de Ingeniería Química y Nuclear (Universitat Politècnica de València). Camino de Vera, s/n, Valencia 46022 (Spain).*

**Palabras clave:** test; autoevaluación; PoliformaT; bases; aprendizaje.

## Resumen

La declaración del Plan de Bolonia en el marco de la educación a nivel superior (European Higher Education Area) ha conllevado algunos cambios en el sistema educativo a nivel universitario. En este contexto, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha promovido sistemas educativos innovadores para mejorar el nivel de aprendizaje y de adquisición de las competencias de sus egresados [1-2].

Esta comunicación presenta el uso de la plataforma PoliformaT para la implementación de exámenes de respuesta múltiple (tipo test) de carácter autoevaluativo como herramienta para el seguimiento del aprendizaje del estudiante en una asignatura impartida en el Grado de Ingeniería Química (GIQ), en la UPV. Este Grado es impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPV.

La asignatura en la que se va a trabajar dicha herramienta es Bases de la Ingeniería Química. Esta asignatura es de carácter obligatorio, cuenta con un total de 4,5 créditos ECTS (2,25 créditos son de teoría de aula y 2,25 créditos son de práctica informática) y se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso del GIQ. Las unidades didácticas en las que está dividida la asignatura son: Leyes de Conservación, Estudio de las Variables de Diseño, Sistemas de Unidades y Análisis Dimensional, Semejanza Dimensional, y Operaciones por Etapas de Equilibrio. Semanalmente, se imparte una clase de teoría de aula, donde se revisan los contenidos teóricos y, una clase de práctica informática, donde se trabajan estos contenidos aplicados a la resolución de problemas con el (programa) *Mathcad*.

La asignatura se evalúa a través de una nota de seguimiento (evalúa alrededor del 20% de la nota final), y la realización de dos exámenes parciales (evalúa el 80% restante de la nota). Si alguno de estos dos exámenes parciales no se supera, se puede asistir al examen final. La nota de seguimiento, no tiene recuperación.

Cada examen parcial cuenta con preguntas de respuesta abierta, de carácter teórico, y un problema a resolver con la herramienta *Mathcad,* de carácter práctico. Cada una de estas dos partes se corresponden con el 50% de la nota de cada examen parcial.

La aplicación PoliformaT es una plataforma educativa interna de la UPV. En esta plataforma el profesorado y el alumnado pueden compartir información acerca de una asignatura y utilizar diferentes herramientas para su gestión. De entre las diferentes herramientas con las que cuenta PoliformaT, en esta comunicación, se trabaja con la herramienta "Exámenes". Dicha herramienta permite al profesorado programar exámenes telemáticos de diferentes formas, entre las que se destaca los de opción múltiple tipo test, que es la que se trabaja en este estudio. Durante el transcurso de las prácticas informáticas y siempre tras la finalización de una unidad didáctica, el alumnado realiza, de forma voluntaria, las pruebas tipo test de autoevaluación. Cada prueba incluye un total de 10 preguntas y tras finalizar el test, el alumnado conoce la nota obtenida, El profesor comenta tanto el contenido del examen como los principales errores cometidos, ya que la plataforma permite conocer los datos estadísticos de cada pregunta.

Tras observar los resultados de estas pruebas tipo test de carácter autoevaluativo se comprueba que el estudiantado con mayores notas alcanzadas en las pruebas de autoevaluación, obtiene un mejor rendimiento en la asignatura, reflejado con unas notas finales más altas. Además, debido a la alta participación del alumnado en estas pruebas tipo test y a las experiencias vividas durante el curso con ellos, se puede concluir que estas pruebas son una buena herramienta tanto para el seguimiento del aprendizaje del estudiante como para conseguir una mayor motivación entre el alumnado.

## Referencias

[1] ANECA (2005). Libro blanco de titulaciones de grado de ingeniería de la rama industrial. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

[2] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Programa institucional de competencias transversales UPV.

# GAD Game, un proyecto orientado hacia la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de disciplinas técnicas

**J.D. Badia**[1,*], A. Cháfer[1], Angeliki Giannakopoulou[2], Anastasia Giannakopoulou Alessia Scotti-Belli[3], Paola Maciariello[3], Giovanna Maciariello[3], Benedetta Feroleto[3]

([*]jose.badia@uv.es)

[1] Grupo de Innovación Docente en Ingeniería Química y Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universitat de València, València, España

[2] Dafni Kentro Epaggelmatikis Katartisis DAFNI KEK, Patra, Grecia.

[3] Paidea SAS, Nápoles, Italia

**Palabras clave:** realidad aumentada, enseñanzas técnicas, competencia digital, gamificación, Erasmus+

## Resumen

La docencia de enseñanzas técnicas se soporta tradicionalmente en el uso de visiones en 2 dimensiones para la representación esquemática de elementos complejos. Las piezas geométricas son representadas usualmente en sus vistas de alzado o planta, y sólo en asignaturas específicas de dibujo técnico se utilizan las 3 vistas, añadiendo la de perfil a esta combinación. La aparición de las tecnologías de impresión 3D está promoviendo tanto la formación y comunicación a través de elementos en 3 dimensiones, así como la competencia digital de los docentes en referencia al diseño 3D. Un paso hacia el futuro es el que representan la realidad aumentada o la realidad virtual. Es muy probable que, en pocos años, los docentes utilicemos la realidad aumentada para representar elementos como reactores, intercambiadores de calor, plantas depuradoras, torres de rectificación, y otros elementos de la industria. Esto permitirá un aprendizaje mucho más directo, atractivo y significativo para los estudiantes de enseñanzas técnicas. En este sentido, la Comisión Europea ha desplegado el Plan de Acción de Educación Digital [1] que destaca la necesidad de actualizar constantemente las habilidades digitales de los profesores/tutores/formadores para mejorar su desempeño profesional y aumentar el nivel de participación de los estudiantes.

En Europa el porcentaje de instituciones educativas que utilizan sistemáticamente soportes y dispositivos digitales es del 32%. Existen programas educativos nacionales destinados a desarrollar las competencias digitales de los docentes (digcomps) [2], máxime tras la reorganización social post-pandemia, pero solo unos pocos utilizan la realidad aumentada. Esta tecnología se utiliza en marketing, entretenimiento y educación escolar, pero es muy poco frecuente en formación secundaria y superior. Si bien existen juegos de realidad aumentada con fines educativos, no son gratuitos y no dan la posibilidad de desarrollar contenido adicional.

El proyecto GAD Game está promovido por la Comisión Europea a través del programa de asociaciones a pequeña escala (2021-1-IT01-KA210-VET-000034522) y tiene como doble-objetivo (i) desarrollar una aplicación de realidad aumentada gratuita y versátil para la docencia de enseñanzas técnicas; y (ii) acompañar el proceso con un enfoque metodológico de enseñanza-aprendizaje de los formadores basado en los principios de gamificación, para conseguir una aplicación exitosa en el aula. GAD Game aborda así el desarrollo de los digcomps de los educadores y la capacidad de crear entornos de aprendizaje digital y productos educativos adecuados para enfrentar los nuevos desafíos de capacitación. A través del aprendizaje práctico, los capacitadores desarrollarán varios digcomps (niveles 2,3,5,6 DigCompEdu) [2] y podrán agregar su contenido educativo y adaptarlo a sus objetivos específicos. El GAD Game pretende fomentar los siguientes digcomps: desarrollar, integrar y reelaborar contenidos digitales (6.3, 2.2), desarrollar modos digitales de aprendizaje efectivos (3.3, 3.4, 6.2), involucrar activamente a los estudiantes (5.3), y usar tecnologías digitales de manera responsable (6.4). En la presente comunicación se introducen los objetivos, metodología y resultados preliminares del proyecto.

## Referencias

[1] European Commission. COM/2018/022 – Digital Education Plan (2018)

[2] Punie, Y., editor(s), Redecker, C., European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu , EUR 28775 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-73718-3 (print),978-92-79-73494-6 (pdf), doi:10.2760/178382 (print),10.2760/159770 (online), JRC107466.

*Los autores agradecen la financiación de la Comisión Europea, a través del programa Erasmus+, por el proyecto GAD Game: Game creation in augmented reality enhancing professional skills, con referencia 2021-1-IT01-KA210-VET-000034522.*

# Excel: una alternativa para evitar el uso de los simuladores como "cajas negras". Aplicación a la simulación de columnas de destilación multicomponente

**Amparo Gómez Siurana**[1,*], Alicia Font Escamilla[1]

([*]amparo.gomez@ua.es)

[1]Universidad de Alicante, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Superior, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, 03690 San Vicente del raspeog-Alicante, España

**Palabras clave:** (Hojas de cálculo; destilación multicomponente; métodos rigurosos; aplicación "a mano".

## Resumen

Los métodos rigurosos para el cálculo de columnas de rectificación multicomponente implican un elevado número de variables y ecuaciones que son difíciles de resolver "a mano" y que requieren el uso de software específico, como es el caso de simuladores de procesos químicos tales como ChemCAD, Aspen HYSYS o Aspen Plus, cuyo uso hace ya años que se incorporó a la docencia universitaria de Ingeniería Química. De hecho, hay libros de texto de operaciones de separación donde se incluyen problemas o ejemplos para ser resueltos con simuladores [1-3]. Incluso, el libro de Seader y col. [2] incluye un capítulo donde se hace referencia explícita a esta necesidad de programas de cálculo (*Computer-Aided Equilibrium Based Methods*). Estas herramientas, que sin duda son de una utilidad extraordinaria, tienen la desventaja, también ampliamente reconocida [4], de la pérdida de contacto con los algoritmos de cálculo y la metodología desarrollada para su aplicación, hasta el punto que pueden llegar a ser utilizados como "cajas negras".

Obviamente, desde el punto de vista didáctico, la mejor forma de comprender cómo se aplica un método de cálculo es resolviendo problemas "a mano". Sin embargo, la extensión de los programas docentes y el escaso tiempo disponible para desarrollarlos hace que, en el caso de la destilación multicomponente, esta opción sea inviable. Una alternativa que ha demostrado su utilidad en estos casos [5, 6] es la de proporcionar a los estudiantes hojas de cálculo con problemas complejos resueltos donde pueden seguir paso a paso los algoritmos de cálculo, comprobar la dificultad de su aplicación y obtener información directa de cómo evolucionan las variables a través de los cálculos iterativos. Estos ficheros pueden servir también para analizar la influencia de las especificaciones del problema y de las estimaciones de partida sobre los resultados obtenidos. En este sentido, en la universidad de Alicante se han desarrollado hojas de cálculo [5,6] que permiten resolver los problemas de aplicación de métodos de cálculo riguroso de destilación multicomponente, algunos ampliamente recogidos en los libros de texto (*boiling point*, BP; *sum rates*, SR; *isothermic sum rates*, ISR; *simultaneous correction*, SC; *inside-out*) y otros no tan difundidos, como es el caso de los métodos homotópicos. Estas hojas de cálculo se encuentran descritas en la bibliografía [6] y están disponibles en https://bit.ly/2SLhsNJ.

Dada la buena acogida que ha tenido esta estrategia docente, se ha desarrollado otro fichero dedicado a los métodos de relajación, que no suelen estar descritos en muchos libros de texto, pero que son muy interesantes ya que proporcionan una analogía con la puesta en marcha de la columna. Dado que para ello se han de resolver las ecuaciones MESH en estado no estacionario, se ha incluido también un ejemplo de simulación rigurosa de una columna discontinua, cuya resolución para el caso multicomnponente suele describirse en los libros de texto basándose en el método de McCabe-Thiele y tratando las mezclas como pseudobinarias. La descripción de estos ejemplos se ha enviado para su publicación y se encuentra actualmente en fase de revisión.

## Referencias

[1] Kister, H.Z. Distillation Design. McGraw Hill. Boston, MA, 1992.

[2] Seader, J.D.; Henley, E.J.; Roper, D.K. Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, 2011.

[3] Wankat, P.C. Separation Process Engineering. Pearson Education, Inc. Westford, MA, 2012

[4] Dahm, K.D.; Hesketh, R.P.; Savelski, M.J. Is process simulation used effectively in ChE courses? Chem. Eng. Ed. 2002, 36(3), 192-203 (2002).

[5] Gómez-Siurana, A.; Font-Escamilla, A. Development of a learning strategy to assist in explaining homotopy methods in the field of separation processes. Education for Chemical Engineers. 2012, 7(4). e181–e186.

[6] Gómez-Siurana, A.; Font-Escamilla, A. Novel spreadsheets to enhance learning of rigorous equilibrium-based methods for multicomponent separations. Chem. Eng. Ed. 2022, 56(2), 125-134.

# Diseño, construcción y puesta en marcha de una práctica de laboratorio para la enseñanza de diversos sistemas de control en el Grado de Ingeniería Química

**Fernando Almengló**[1,*], Martín Ramírez[2]

(*fernando.almenglo@uca.es)

[1] Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Campus Universitario Puerto Real s/n, Puerto Real, España

**Palabras clave:** controlador; PID; ajuste de controladores; práctica laboratorio.

## Resumen

La instrumentación y control de procesos es una parte fundamental en la adquisición de competencias del estudiante de Ingeniería Química [1]. Éstos deben conocer la instrumentación, los elementos finales de control y la transmisión de señales que se emplean en el control de procesos químicos; modelizar la dinámica de procesos químicos y analizar su respuesta y estabilidad frente a perturbaciones; y aplicar las diferentes técnicas de sintonizado de los parámetros de un controlador. La aplicación práctica de estos conocimientos permite alcanzar una mejor comprensión de la teoría. Por lo que el uso de dispositivos experimentales que permitan los alumnos interaccionar con los mismos de manera activa y cercana a situaciones reales que puedan presentarse en la vida profesional permitirá afianzar el proceso de aprendizaje de los alumnos. En muchas ocasiones integrar actividades académicas experimentales de carácter presencial y en grupos reducidos, no pueden realizarse por diferentes razones, sean de espacio, financieras u otras [2]. El objetivo del presente trabajo es el diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo experimental que permita mostrar distintos elementos de control (válvulas, sensores, controladores, etc.), la aplicación de distintos métodos de control (todo-nada, PI, etc.) y la sintonización de parámetros por distintos métodos (lazo cerrado o lazo abierto). El diseño propio cuenta con grandes ventajas entre las que cabe destacar el no depender de casas comerciales y la facilidad de modificación y reemplazo de partes de esta.

La Figura 1 muestra un esquema de los principales elementos que componen la práctica. El objetivo de esta será el control de la presión (PT) a la salida de depósito de aire comprimido (R) como respuesta a las perturbaciones que se realicen el caudal de salida mediante la manipulación de la válvula manual (MV-2), y/o del caudal de aire comprimido (FT). La acción de control podrá realizarse mediante dos métodos distintos: el primero será un todo-nada compuesto por la válvula solenoide (SV-1) y la válvula manual (MV-1); en el segundo método de control se podrá aplicar un control proporcional (P), proporcional-integral (PI) o proporcional-integral-derivativo (PID) mediante la acción de la válvula solenoide (SV-2) y el regulador neumático (FC).

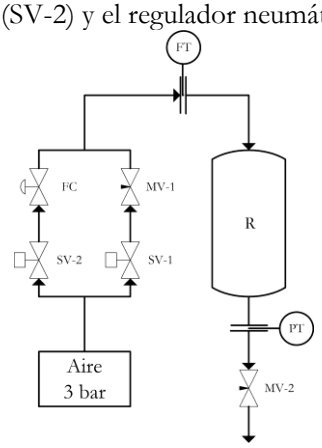



**Figura 1.** Disposición esquemática de la configuración experimental.

## Referencias

[1] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. BOE-A-2009-2893

[2] Yustos, P.; Guijarro, M.I.; Santos, V.E.; Toledo, J.M.; Alonso, V.; Domínguez, J.C.; Oliet M.; Curto, A. Laboratorios virtuales de sistemas de control de procesos en Labview, variable temperatura, Comunicación tipo poster. XXXII Jornadas de Ingeniería Química. Sept 23-25, 2015. Málaga.

# Mejora de la calidad de los informes de trabajos en grupo mediante Trello

**Enrique Romero**[1,*], Javier Remón[1,2]

([*]eromero@unizar.es)

[1] Universidad de Zaragoza, Dpto. de Ingeniería química y Tecnología del medio ambiente, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, María de Luna 3, Zaragoza 50018, España

[2] Instituto de Carboquímica ICB-CSIC, Miguel Luesma 4, Zaragoza 50018, España

**Palabras clave:** trabajo en grupo; informe; Trello; ICT.

## Resumen

El trabajo en equipo es una competencia fundamental en el mundo actual. El desempeño de los trabajadores en sus tareas diarias tanto en empresas como en organizaciones públicas requiere en numerosas ocasiones trabajar coordinadamente. En las Universidades, la realización de trabajos en grupo es una de las competencias transversales incluidas en la inmensa mayoría de las titulaciones. Sin embargo, durante los últimos años muchos docentes coinciden en que la generación actual de estudiantes tiene dificultades para realizar informes derivados de los trabajos. En particular, los alumnos mantienen errores en la estructuración y la redacción de estos informes, incluso en últimos cursos de las titulaciones. Todas estas carencias ponen de manifiesto que los estudiantes no están familiarizados con la redacción, ni con los formatos o estilos necesarios para realizar un buen informe con la suficiente solvencia y calidad. Excesivas referencias a internet, inclusión de referencias en el texto, dudas sobre la estructuración del informe, falta de estandarización, junto con fallos en los formatos de tablas y figuras, son aspectos comúnmente observados. Incluso aunque los alumnos dispongan de un manual de estilo para redactar y dar formato a los informes, muchos se olvidan de su existencia o no "pierden el tiempo" en consultarlo.

Ante esta situación, en esta experiencia docente se ha estudiado el uso de una aplicación informática para intentar subsanar este tipo de errores. En concreto, se trata de una herramienta de gestión de proyectos, denominada Trello, de uso muy sencillo y gratuita (aspectos ambos fundamentales). Durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021, se suministró (via Moodle) a los alumnos de la asignatura de Procesos Químicos Industriales (3er curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales) un manual de estilo con los aspectos fundamentales que debían seguir para preparar sus informes. A continuación, en el curso 2020-2021 se preparó una plantilla en el programa Trello, incorporando, además de los requerimientos generales propios de los contenidos de la asignatura a aplicar en el trabajo, muchas indicaciones para neutralizar los fallos detectados en cursos previos. Estas indicaciones fueron incluidas a través de listas de comprobación, para que los alumnos pudieran seguirlas y marcarlas como revisadas o realizadas. Las indicaciones no fueron expuestas explícitamente o con excesivo detalle, refiriéndose siempre a la consulta del manual de estilo. El uso de Trello no fue obligatorio, aunque sí recomendado. Los docentes responsables puntuaron los trabajos (informes) entregados por los alumnos en relación a los principales errores previos detectados, para los dos cursos académicos estudiados.

Todos los alumnos del curso 2020-2021 que realizaron el trabajo en grupo utilizaron Trello. La comparación de los informes entre los dos cursos permitió apreciar que el empleo de Trello mejoró claramente varios de los principales errores encontrados previamente. En concreto, se mejoró el formato de tablas y figuras en un 65,8 % y el formato de la bibliografía en un 65,6 %. Sin embargo, aunque todos los alumnos marcaron en la aplicación que habían leído y comprendido todos los aspectos incluidos en el manual de estilo, esto no significó que cumplieran de forma efectiva con ellos. De hecho, la puntuación alcanzada en el aspecto "incorporación adecuada de las referencias en el texto" no fue la máxima (4,3 sobre 10). Así mismo, el formato de la bibliografía, aunque mejoró sustancialmente, todavía distaba de ser realizado adecuadamente por todos los alumnos (puntuación 5,3 sobre 10). La buena acogida (tasa de éxito del 100%) de los estudiantes, junto con las mejoras observadas con el uso de Trello, indican que se trata de una aplicación interesante para guiar a los estudiantes y mejorar su desempeño a la hora de redactar y dar formato a sus informes de trabajos en general y de los trabajos en equipo, en particular.

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Política Académica de la Universidad de Zaragoza la financiación a través de la concesión del proyecto de innovación docente PIIDUZ_1_417 (2021). Javier Remón Agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades la Ayudas Juan de la Cierva (IJC2018-037110-I) concedida.

# Mejora de la calidad del aprendizaje mediante la incorporación de metodologías activas en asignaturas relacionadas con la ingeniería ambiental

**Zahara M. de Pedro**[*], Macarena Munoz, Ariadna Álvarez-Montero, José A. Casas

([*]zahara.martinez@uam.es)

Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, c/Tomás y Valiente 7, 28049, Madrid, España

**Palabras clave:** kahoot; Flipped classroom; estudio de casos, metodologías activas.

## Resumen

La asignatura "Bases de la Ingeniería Ambiental" (tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales de la UAM) presenta tradicionalmente importantes dificultades de aprendizaje para el estudiantado al abordar contenidos específicos que requieren, además de una buena base en asignaturas como Matemáticas, Física y Química, un trabajo individual importante para asentar conceptos nuevos que, en ocasiones, pueden resultar poco intuitivos. Ante esta situación, el equipo docente decidió abordar el desarrollo e implantación de diversos recursos docentes basados en tecnologías activas con el objetivo de lograr una elevada motivación y participación de estudiantado a lo largo de la asignatura favoreciendo el proceso de aprendizaje activo. Los nuevos recursos implantados buscan favorecer la transición desde un aprendizaje basado principalmente en la memorización y repetición de procedimientos a un "aprendizaje profundo" donde la comprensión se desarrolla a través de procesos activos y constructivos.

Durante los últimos dos cursos (2020-2021 y 2021-2022) se han incluido en la asignatura diversas herramientas entre las que cabe destacar:

- Cuestionarios Kahoot: se realizan al finalizar la parte teórica de cada bloque con el objetivo de mejorar la participación de los estudiantes y aumentar su motivación gracias al carácter lúdico de esta herramienta. Estos cuestionarios han contribuido a la evaluación formativa instantánea gracias a la retroalimentación inmediata del proceso de aprendizaje.
- Flipped classroom: se proporcionan, a través de la plataforma Edpuzzle, vídeos elaborados por el docente que los alumnos deben visualizar por su cuenta. La plataforma obliga a los estudiantes a que dichos vídeos, en los que se presenta la resolución de problemas complejos, deban ser visualizados en su totalidad no pudiendo retroceder ni avanzar en el contenido. A su vez, los vídeos presentan en diferentes puntos cuestiones clave que el estudiante debe resolver para poder continuar con el visionado. Con esta herramienta se ha fomentado el aprendizaje autónomo y se ha contribuido a la evaluación formativa de los estudiantes ya que, tras contestar a la cuestión planteada, estos reciben de manera inmediata un feedback con la solución correcta a la cuestión planteada.
- Estudio de casos: a final del curso, se plantea un problema complejo basado en una situación real que conecta diversos aspectos de la asignatura con la práctica profesional de un Graduado en Ciencias Ambientales. Esta actividad ha llevado a un aumento de la motivación de los alumnos y ha favorecido un aprendizaje más significativo y reflexivo.

De manera general, los recursos docentes desarrollados tuvieron una muy buena acogida por parte del estudiantado lo que además fue acompañado de una mejora considerable en los resultados de la asignatura. Cabe destacar especialmente la reducción de la tasa de abandono y un sensible aumento en la tasa de éxito (calculada en base al número de estudiantes aprobados respecto a alumnos matriculados) con respecto a cursos anteriores.

## Referencias

[1] Prieto, L. Aprendizaje activo en el aula universitaria. Miscelánea Comillas, 64 (2006) 173-196.

[2] Hake, R. Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Physics, 66 (1998) 64-70.

# Laboratorios virtuales para el estudio de biorreactores enzimáticos

**María Guadalupe Pinna Hernández**[1,2*], Ana Sánchez Zurano[1,2], José Luis Casas Lopez[1,2], José M. Fernández[1,2], Ana Belén Esteban García[1,2]

(gpinnahernandez@ual.es)

[1] Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, 04120, Almería, España

[2] Centro de Investigación de Energía Solar (CIESOL), Universidad de Almería - CIEMAT, Almería, España.

**Palabras clave:** laboratorios virtuales; aprendizaje a distancia; biorreactores; cinética enzimática; reacciones químicas.

## Resumen:

La evaluación de procesos dinámicos en ingeniería química requiere la resolución simultánea de sistemas de ecuaciones algebraicas y diferenciales. Estas ecuaciones se consideran el modelo dinámico del sistema, cuya resolución analítica no siempre es posible de lograr de manera fácil y rápida. La obtención de resultados del modelo matemático se realiza mediante simulación dinámica por lo que se plantea la necesidad del desarrollo de herramientas que permitan poder desarrollar el proceso de forma autónoma por parte de los estudiantes. Los laboratorios virtuales son herramientas de software que pueden ser utilizadas local y remotamente, permitiendo al estudiante realizar las mismas operaciones que en un laboratorio tradicional pero virtualmente.

El biorreactor de tanque agitado se ha construido utilizando un modelo dinámico a través de la herramienta la herramienta Easy JavaScript Simulation 6.0. Esta simulación reproduce el comportamiento de un biorreactor mezcla perfecta continuo y discontinuo (BRMP), incluyendo las desviaciones de condiciones de mezcla ideal para el uso de un modelo en tanques en serie (**Ilustración 1**) para flujo no ideal. Este trabajo describe el modelo dinámico continuo en un biorreactor de tanque agitado, así como la operación de una herramienta capaz de transportar la práctica virtual a los estudiantes.

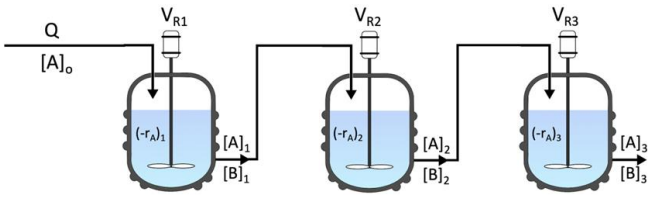



**Ilustración 1.** BRMP en serie.

Esta herramienta interactiva es poderosa y útil para desarrollar diferentes experimentos variando los parámetros de entrada, ahorrando tiempo y recursos, la **Figura 4** muestra los resultados considerando tres configuraciones con 1, 2 y 3 de BRMP pero solo se le muestra uno al alumno, el número de tanques en serie que asemejan al sistema (n) y el volumen del biorreactor permanecen ocultos para el alumno. Finalmente, hay que destacar el diseño y desarrollo de guiones de prácticas que deberán ser usados como material de apoyo para los alumnos durante las prácticas de la asignatura de "Biorreactores" impartida en el 2º curso del Grado en Biotecnología de la Universidad de Almería.

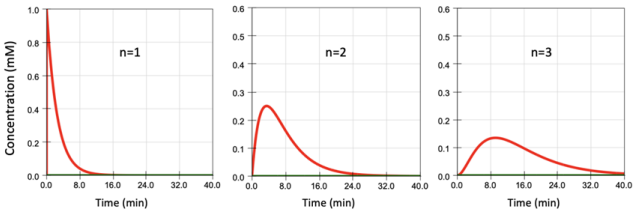



**Figura 4.** Simulación de tres configuraciones con 1, 2 y 3 BRMP en serie.

**Agradecimientos**: los autores agradecen la financiación interna proporcionada por la Universidad de Almería a través de la Convocatoria para la docencia de grupos para la creación de materiales didácticos en la Universidad de Almería. Bienio de 2021 y 2022 (21_22_2_10C).

# Casos prácticos empleando OpenLCA para el desarrollo de análisis de ciclo de vida.

**V. Rigual**[*], M. Oliet, R. Miranda, M.V. Alonso, J.C. Domínguez, J. García, S. Mateo
([*]vicrigua@ucm.es)

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Avda. Complutense s/n, Madrid, España.

**Palabras clave:** herramientas informáticas, software abierto, análisis de ciclo de vida.

## Resumen

En la docencia en Ingeniería Química cada vez es más frecuente el empleo de nuevas herramientas informáticas, que permiten el estudio de aspectos técnicos. Durante los cursos de tercero y cuarto del grado así como en los cursos de máster los estudiantes deben adquirir competencias para el diseño de procesos químicos teniendo en cuenta, además de los aspectos técnicos, los impactos ambientales, económicos y sociales [1]. En este contexto, la herramienta OpenLCA ha adquirido gran interés en la comunidad docente e investigadora por ser de libre acceso y por permitir construir esquemas de procesos industriales jerárquicos mediante la creación de flujos ("flows"), procesos ("processes"), sistemas de producto ("product systems") y proyectos ("projects") para llevar a cabo análisis de ciclos de vida de distintos procesos/productos incluyendo estudios comparativos [2].

El objetivo de esta comunicación es mostrar el aprendizaje y posible uso de la herramienta OpenLCA mediante la metodología de casos prácticos para la implementación del análisis de ciclo de vida en la asignatura de "Prevención y Control Integrado de la Contaminación", asignatura optativa de 6 créditos ECTS del Máster de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos, de la Universidad Complutense de Madrid.

Durante los cursos 2019/2020 y 2020/2021, como complemento a la docencia teórica sobre el análisis de ciclo de vida, se enseñó a utilizar el programa OpenLCA en el desarrollo práctico de varios ciclos de vida sencillos. En un primer caso práctico se estudiaron las emisiones ambientales producidas por una central térmica de carbón, mientras que en un segundo caso práctico se llevó a cabo un estudio comparativo del análisis de ciclo de vida de dos fertilizantes nitrogenados: sulfato amónico y urea (Figura 1).

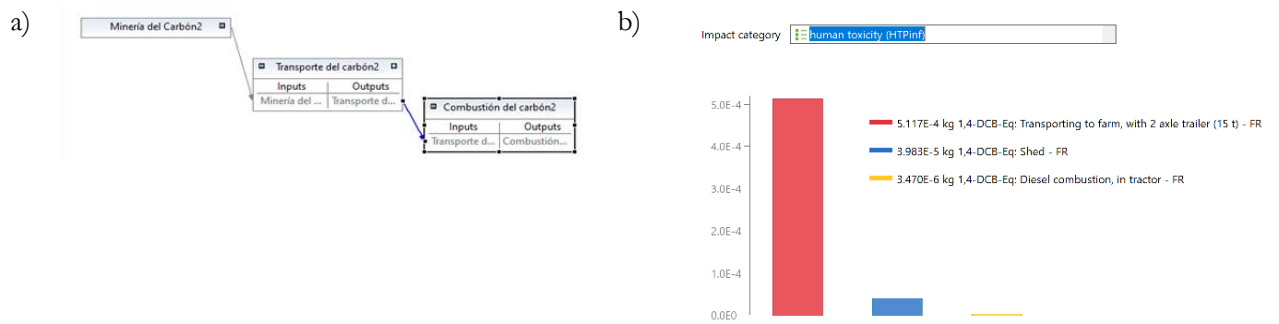



**Figura 1.** Ejemplo de: a) esquema de proceso de combustión del carbón; b) emisiones obtenidas resultado del análisis de ciclo de vida de producción de sulfato amónico. Imágenes obtenidas del software OpenLCA.

Los casos propuestos se basaron en el empleo de datos en abierto proporcionados por bases de datos gratuitas, de manera que los estudiantes pudieron valorar la información libre disponible en el análisis de ciclo de vida de procesos implementados. El enfoque de las clases se centró no sólo en explicar cómo utilizar la herramienta, sino en evaluar algunos de los aspectos más críticos en el desarrollo de un análisis del ciclo de vida. Así, se mostró especial atención en la selección de las unidades funcionales a utilizar, en la evaluación de la información disponible en las bases de datos y en la selección de la metodología de análisis de impacto más adecuada. Tras la impartición de estas clases en conversaciones con los alumnos, estos consideraron muy interesante el poder conocer la herramienta, valorando su utilización en la realización de casos prácticos.

## Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del proyecto Innova-Docencia nº 111 (2020-2021), el proyecto S2018/EMT-4348 y el proyecto PID2020-113570RB-I00.

## Referencias

[1] Pintaric, Z., Kravanja, Z. Towards Outcomes-Based Education of Computer-Aided Chemical Engineering. Comp. Aided Chem. Eng. 2016, 38, 2367-2372.

[2] OpenLCA. https://www.openlca.org/ (acceso 13 de mayo de 2022).

# T3.37. Virtualización del Laboratorio de Ciencias de la Ingeniería Química para su Integración en el Entorno Virtual Profesional de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Química (ETSEQ, URV)

**Ioanis Katakis**[1,*], **Marc Arenas**[1*], Azael Fabregat[1], Xavier Farriol[1], Alberto Fernández[1], Josep Font[1], Marta Giamberini[1], Joan Herrero[1], Laureano Jiménez[1], Fèlix Llovell[1], María Teresa Novo[2], Jordi Pallarés[3], Clara Salueña[3], Frank Stüber[1], Anton Vernet[3]

([*]ioanis.katakis@urv.cat)

Universitat Rovira i Virgili, Avinguda Països Catalans, Tarragona, Spain,

[1] Departament d'Enginyeria Química, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química

[2] Departament de Bioquímica i Biotecnologia, Facultat de Ciències de l'Educació i Psicologia

[3] Departament d'Enginyeria Mecànica, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química

**Palabras clave:** (laboratorio virtual; reactores químicos; diseño de experimentos).

## Resumen

El modelo educacional de la ETSEQ se basa en el aprendizaje colaborativo mediante "Anteproyectos Integrados" (API) creando un entorno virtual profesional donde los alumnos, trabajando en equipos, aplican los resultados de aprendizaje de cada curso de forma integral desarrollando a la vez competencias sociales.

El aplicativo VIRLABEQ pretende completar esta experiencia permitiendo a los alumnos diseñar y ejecutar experimentos virtuales para obtener los datos necesarios para el diseño conceptual de Ingeniería del segundo curso del Grado de Ingeniería Química. En el primer año de su aplicación VIRLABEQ se ha centrado en experimentos virtuales de cinética y diseño de reactores mediante una app desarrollada en MATLAB®. Además de la posibilidad que ofrece a los estudiantes de experimentar con procesos que normalmente serían inalcanzables en laboratorios de docencia (peligrosidad, tiempo y coste), la implementación del laboratorio virtual pretende mejorar tanto la satisfacción de los alumnos con el API como los resultados de aprendizaje relacionados con la competencia del diseño de experimentos del grado de Ingeniería Química. Finalmente, se pretende "socializar" la plataforma VIRLABEQ a través de un portal usando un lenguaje de programación de libre acceso.

En este trabajo se presentan los resultados durante el primer año de implementación de la app: se ha planteado el sistema de ecuaciones diferenciales que resuelven los balances de materia para dos tipos de reactor (*batch* y de flujo pistón) y se ha creado la interfaz virtual en el entorno MATLAB®. Se ha validado su funcionamiento y se ha puesto a la disposición de los estudiantes que lo usaron durante el curso para avanzar en el diseño preliminar del proceso encomendado; se han recogido sus opiniones y se ha mejorado la app; se analizan los primeros datos sobre el alcance del aprendizaje y se han evaluado de manera comparativa (con un grupo de estudiantes que no usaron la app); finalmente, se han llevado a cabo entrevistas estructuradas para conocer la percepción de los estudiantes. Se presentará la primera versión del portal que permitirá enriquecer la plataforma incluyendo una "librería" de procesos con la contribución de docentes del ámbito nacional e internacional.

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo del *Institut de Ciències de l'Educació* de la URV (proyecto VIRLABEQ, código 07GI2108).

# Estudio experimental de eliminación de microcontaminantes de aguas residuales mediante foto-Fenton solar utilizando un laboratorio virtual basado en Easy JavaScript Simulation

**José Luis Casas Lopez**[1,2], María Guadalupe Pinna Hernández[1,2], Ana Belén Esteban García [1,2], Ana Sánchez Zurano[1,2], José M. Fernández[1,2]. Email: (**jlcasas@ual.es**)

[1] Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, 04120, Almería, España

[2] Centro de Investigación de Energía Solar (CIESOL), Universidad de Almería - CIEMAT, Almería, España.

**Palabras clave:** herramienta de simulación, tratamiento de aguas, modelos dinámicos, Easy Java Simulations, herramienta virtual docente.

**Resumen:** Las nuevas tecnologías son una oportunidad para diseñar nuevas metodologías educativas. Los laboratorios virtuales permiten simular en condiciones reales, reduciendo así el tiempo de profesores y alumnos, así como eliminando costes derivados de pruebas en laboratorio o planta piloto. Este trabajo describe la creación de un laboratorio remoto utilizando la herramienta Easy JavaScript Simulation 6.0., implementándose un proceso foto-Fenton solar para la degradación de pesticidas Acetamiprid (ACTM) en aguas residuales en modo discontinuo con un reactor de tanque agitado (STR) y en modo continuo con un reactor raceway pond (RPR). La herramienta virtual permite una conexión fácil e intuitiva desde diferentes dispositivos como portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes.

A través de la herramienta se puede simular la influencia de la temperatura, la irradiancia y las horas de operación en un proceso foto-Fenton solar en modo continuo (***Ilustración 2.A***) y así determinar la capacidad de tratamiento y optimizar la operación para un determinado porcentaje de ACTM.

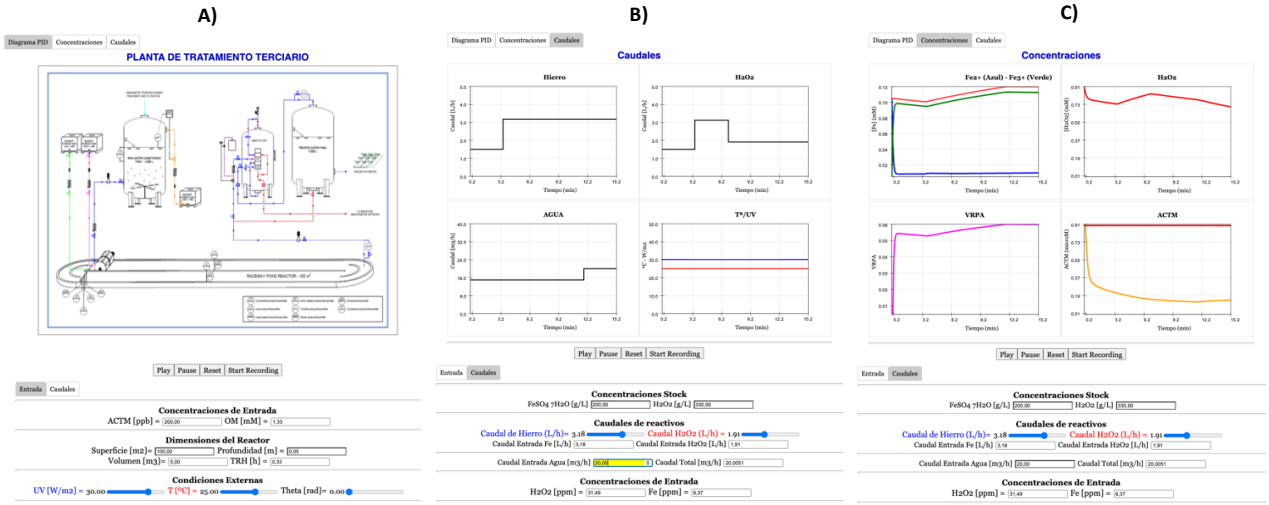



**Ilustración 2. A)** Diagrama de flujo de la planta de tratamiento terciario de Photo-Fenton, **B)** Gráficas de salida de la variación de los caudales del Fe, $H_2O_2$ y $H_2O$ con el tiempo y **C)** Gráficas de salida de la variación de las concentraciones de Fe, $H_2O_2$, ACTM y VRPA con el tiempo.

La herramienta EJsS 6.0 desarrollada ha sido implantada en la asignatura Tratamiento de Contaminantes Tóxicos y Recalcitrantes (Máster Universitario en Biotecnología Industrial y Agroalimentaria) y la asignatura Depuración de Aguas Mediante Energía Solar (Máster Interuniversitario en Ingeniería Química), ambos másteres de la Universidad de Almería.

**Agradecimientos**: los autores agradecen la financiación interna proporcionada por la Universidad de Almería a través de la Convocatoria para la docencia de grupos para la creación de materiales didácticos en la Universidad de Almería. Bienio de 2021 y 2022 (21_22_2_10C).

# Uso de software de simulación dinámica para la docencia de la Ingeniería Bioquímica

**Raúl Pérez Gálvez**[1,*], Pedro J. García Moreno[1], Antonio Guadix Escobar[1], Emilia M. Guadix Escobar[1]

([*]rperezga@ugr.es)

Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, Campus Fuentenueva s/n, 18071 Granada, España

**Palabras clave:** Simulación dinámica; ingeniería bioquímica; biorreactores; Berkeley Madonna; estado no-estacionario

## Resumen

La Ingeniería Bioquímica es una materia multidisciplinar del área de conocimiento de la Ingeniería Química. En la Universidad de Granada, se oferta como optativa de último curso en el Grado de Ingeniería Química (Ingeniería Bioquímica), el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Bioprocesos Industriales), y el Grado de Biotecnología (Biorreactores). El aprendizaje de la ingeniería bioquímica exige al alumno conocimientos previos generales sobre cinética química e ingeniería de reactores, así como otras competencias transversales en fenómenos de transporte y cálculo diferencial. Debido a la limitación en las herramientas de cálculo, el enfoque clásico de la materia se centraba en sistemas continuos en estado estacionario, alejados de la práctica industrial habitual donde predominan procesos batch, fed-batch o con reciclo de enzima/biomasa [1].

La modelización de procesos químicos y biológicos es clave en el desarrollo curricular del Ingeniero Químico. Dentro de las competencias recogidas para el módulo de tecnología específica: Química Industrial, se cita explícitamente el "conocimiento sobre biotecnología y la capacidad para análisis, diseño, simulación y optimización de procesos" [2]. El desarrollo de software con paquetes de simulación dinámica proporciona las herramientas para el análisis de sistemas discontinuos y estados no estacionarios. En este sentido, algunos simuladores como el Berkeley Madonna (Universidad de California, EE.UU.) son de utilidad para modelar el funcionamiento de biorreactores. Una de las principales ventajas de este software es su interfaz intuitiva, que permite generar gráficos de modo sencillo. Herramientas como *Parameter Plot*, *Batch Run* y *Slides* permiten estudiar la influencia de los parámetros de operación sobre las variables del proceso. La experiencia en el uso de este software, tanto en el grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos como en el grado en Ingeniería Química, ha sido positiva, destacándose por parte del alumnado:

- Lenguaje de programación sencillo. Es de destacar el asistente *Chemical Reactions* (versión 9 y posteriores) que permite simular mecanismos de reacción a partir de sus etapas elementales.
- Interfaz amigable, con botones directos para generar gráficas dinámicas, estudios de sensibilidad o planos de fases, entre otros.
- Menú ayuda muy completo, incluyendo ejemplos de aplicación reales.
- Recursos disponibles (manuales, tutoriales) sobre modelización de sistemas biológicos con Berkeley Madonna [3,4]

Se concluye que el uso del software permite salvar las limitaciones derivadas del cálculo complejo, y centrar el interés del alumno en discutir la influencia de los parámetros de operación sobre el mecanismo y el rendimiento del proceso.

## Referencias

[1] Lema Rodicio, J.M., Roca Bordello, E. Aspectos Básicos de los Biorreactores. En Ingeniería Bioquímica, Gòdia Casablancas, F. y López Santín, J., Eds.; Síntesis: Madrid, 2005.

[2] Ministerio de Ciencia y Educación. Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que h.abiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial (BOE-A-2009-2893).

[3] Dunn, I.J., Heinzle, E., Ingham, J., Přenosil, J.E. Biological Reaction Engineering. Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, 2000.

[4] Ingham, J., Dunn, I.J., Heinzle, E., Přenosil, J.E.. Chemical Engineering Dynamics. An Introduction to Modelling and Computer Simulation. Wiley-VCH Verlag & Co, Weinheim, 2000.

# Estrategias para evaluación de ejercicios numéricos utilizando la plataforma Moodle

**Germán Luzón**[1,*], Mercedes Fernández-Serrano, Alejandro Fernández-Arteaga, Mª Carmen Almécija, Ana I. García López

([*] german@ugr.es)

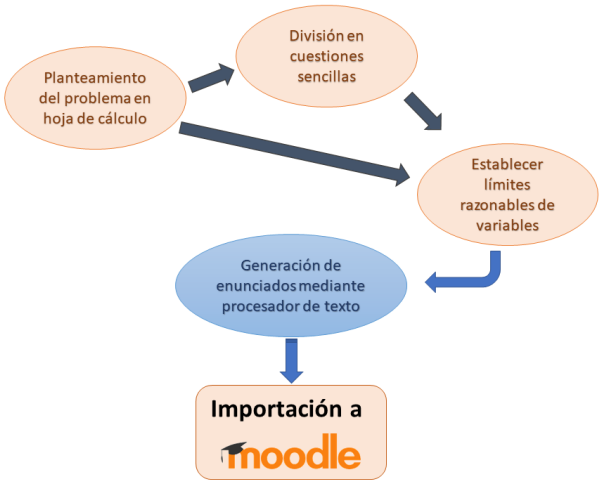
[1] Universidad de Granada, Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Campus Fuente Nueva s/n, Granada

**Palabras clave:** e-learning, autoevaluación, Moodle.

## Resumen

La obligación de recurrir a la docencia no presencial en los últimos cursos ha hecho más patente la necesidad de completar la formación autónoma de los estudiantes, reforzada por la autoevaluación a través de las plataformas, así como la evaluación online de una manera sencilla para el profesorado, de manera que aumentar las actividades que realiza el estudiante no suponga un sobreesfuerzo y se pueda poner el foco en el desarrollo de estrategias que mejoren la comprensión de las materias propias del área al tiempo que se desarrollan las habilidades en la resolución de ejercicios numéricos.

En esta comunicación se propone multiplicar el número de ejercicios sencillos que puede resolver el estudiante dividiendo ejercicios más complejos en otros que representan los pasos que hay que ir dando para completarlos y multiplicar las opciones de cada ejercicio mediante una estrategia sencilla a través de herramientas como una hoja de cálculo y un procesador de texto que permiten plantear decenas de variantes de cada ejercicio para incorporarlos como cuestiones numéricas de autoevaluación o para la evaluación continua en la plataforma Moodle.




La aplicación de esta estrategia se plantea para las asignaturas de Termodinámica, Transmisión de Calor y Mecánica de Fluidos, que son comunes en todos los planes de estudio. Evidentemente, la estrategia puede extenderse con facilidad a otras muchas materias en las que disponer de un número elevado de problemas numéricos para que cada estudiante deba resolver su ejercicio y no se repitan los problemas es importante.

# *FentonSims*: Herramienta interactiva de simulación para el estudio didáctico del proceso foto-Fenton.

**D. Rodríguez-García[1]**, E. Gualda-Alonso[1], P. Soriano-Molina[1], J.L. Casas López[1,*], J.L. Guzmán Sánchez[1], J.L. García Sánchez, J.A. Sánchez Pérez[1].

(* jlcasas@ual.es)

[1] Solar Energy Research Centre (CIESOL), Joint Centre University of Almeria-CIEMAT, Carretera de Sacramento s/n, 04120 Almeria, Spain.

**Palabras clave:** (Foto-Fenton; Fenton; Simulador; Regeneración de Aguas; Contaminantes emergentes).

## Resumen

Este trabajo presenta una novedosa herramienta de simulación computacional para comprender y analizar desde un punto de vista fenomenológico el proceso foto-Fenton aplicado a la eliminación de microcontaminantes presentes en efluentes secundarios de EDAR urbanas. El software "*FentonSims*" permite la simulación del proceso tanto a pH ácido como a pH neutro. Para ello incorpora tres modelos cinéticos: uno para la operación a pH ácido [1] y dos modelos para pH neutro [2] en función de la fuente de hierro considerada ($Fe^{3+}$-NTA o $Fe^{3+}$-EDDS). La herramienta, desarrollada en Matlab, ofrece una interfaz gráfica amigable, interactiva y sencilla (Figura 1) que permite simular la operación en un foto-reactor tipo raceway bajo diferentes condiciones ambientales (radiación y temperatura) y niveles de contaminación del agua. El usuario puede seleccionar la fuente de luz (solar o artificial), las condiciones operacionales (tiempo de residencia hidráulico, profundidad de líquido y concentración de reactivos) y el modo de operación (batch o flujo continuo).

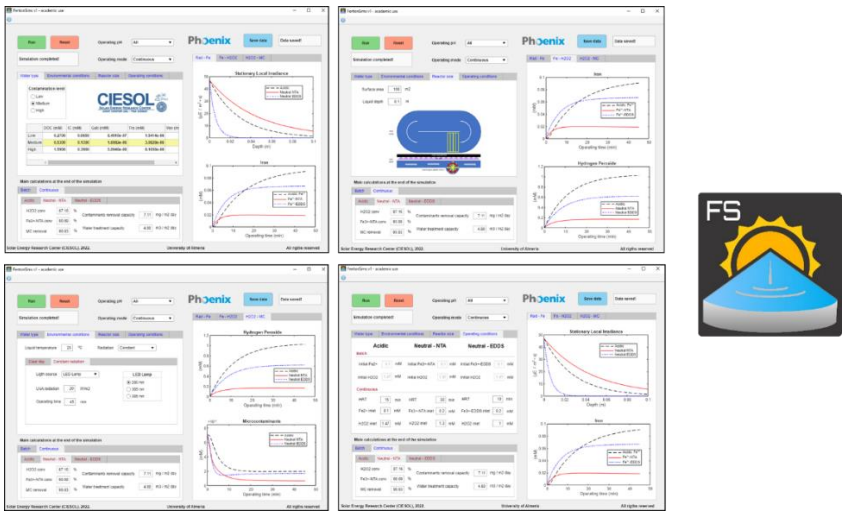



**Figura 1.** Interfaz gráfica de usuario y logo del software *FentonSims*

La herramienta de simulación, desarrollada en MATLAB App Designer, se encuentra enfocada hacia estudiantes de Máster o Doctorado interesados en la aplicabilidad del proceso foto-Fenton. Así pues, *FentonSims* permite analizar un amplio abanico de escenarios de operación, ofreciendo las bases necesarias para diseñar y optimizar el proceso con el fin de mejorar su competitividad versus tecnología convencional.

## Referencias

[1] Sánchez, J. A.; Arzate, S.; Soriano, P.; García, J. L.; Casas, J. L.; Plaza, P. Neutral or acidic pH for the removal of contaminants of emerging concern in wastewater by solar photo-Fenton? A techno-economic assessment of continuous raceway pond reactors. Science of the Total Environment. 2020, 736.

[2] Soriano, P.; García, J. L.; Alfano, O. M.; Conte, L. O; Malato, S.; Sánchez, J. A. Mechanistic modeling of solar photo-Fenton process with Fe3+-EDDS at neutral pH. Applied Catalysis B: Environmental. 2018, 233, 234–242.

# Divulgando la Ingeniería Química a través de los Memo-Juegos

Gumersindo Feijoo, Ana Arias, Cristina Cambeses, Sofía Estévez, María Teresa Moreira*

(*maite.moreria@usc.es)

Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Rúa Lope Gómez de Marzoa s/n, 15782 Santiago de Compostela, España

**Palabras Clave:** Cambio climático, Huella de Carbono e Hídrica, Nutrición, Desperdicio alimentos

## Resumen

Es muy importante despertar las vocaciones científico-tecnológicas en la educación primaria y, sobre todo, destacar la interrelación entre la Ingeniería Química y el desarrollo sostenible de la sociedad a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, potenciando así el concepto de "Ingeniería para la Vida". Se propuso una estrategia basada en el juego para acercar la Ingeniería Química a los alumnos de primaria [1]. Para ello, se creó un Memo-Juego en el que, a partir de una serie de tarjetas, se podían identificar los siguientes aspectos:

- Nutrición, en el anverso de la tarjeta, situando los alimentos en los diferentes grupos de la pirámide alimentaria. Se crearon un total de 63 tarjetas con los alimentos típicos que se encuentran en el carro de la compra en España [2].
- Huella de carbono y de agua (en el reverso), para destacar la contribución de cada uno al cambio climático (ODS13) y a la gestión del agua (ODS6).

**Figura 1**. Detalle de anverso (alimentos y su situación -por colores- en la pirámide alimentaria) y reverso (huella de carbono e hídrica de los alimentos) de las tarjetas utilizadas en el Memo-Juego.

El juego pretendía centrar el mensaje en cuatro ideas principales:

- El binomio ingeniería-sociedad
- La medición de la sostenibilidad a través de indicadores cuantitativos de impacto ambiental.
- Comer sano es bueno para la salud del individuo y del planeta.
- El componente ético del desperdicio de alimentos [2].

En la Noche de los Investigadores celebrada en 2021 en Santiago de Compostela, se presentó el Memo-Juego al público en general, atrayendo a un gran número de estudiantes de primaria que participaron activamente para conocer el impacto ambiental asociado al consumo y el desperdicio de alimentos (Figura 2).

**Figura 2**. Noche de los investigadores del 2021 con la participación de alumnado de primaria en el Memo-Juego

## References

[1] Gray, D.; Brown, S.; Macanufo, J. Gamestorming: A Playbook for Innovators, Rulebreakers, and Changemakers. O´Reilly Media, Sebastopol, USA, 2010.

[2] Feijoo, G.; Moreira, M.T. Fostering environmental awareness towards responsible food consumption and reduced food waste in chemical engineering students. Educ. Chem. Eng., 2020, 33:27-35.

# Las cátedras de empresa como instrumento para la empleabilidad de los egresados de ingeniería química: situación actual y estudio del caso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València

Amparo Bes-Piá[1], José Antonio Mendoza-Roca[1,*], Eva Ferrer-Polonio[1],

María José Luján-Facundo[1], Elena Zuriaga-Agustí[1]

([*]jamendoz@iqn.upv.es)

[1]Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Camino de Vera s/n CP. 46022, Valencia, España

**Palabras clave:** (cátedras empresa; divulgación; universidad-empresa)

## Resumen

La empleabilidad es uno de los indicadores más importantes a la hora de considerar la calidad de un título universitario. Una de las formas de fomentarla que se ha venido instaurando en las universidades en los últimos años es la creación de las denominadas cátedras/aulas de empresa, cuyo objetivo es establecer un canal de colaboración con instituciones públicas y privadas. Su creación es posible gracias a la autonomía conferida a la Universidad por la Ley 6/2001, de Universidades. Las universidades han redactado reglamentos para la creación de cátedras de empresa. Las cátedras de empresa se suelen constituir por un mínimo de 3 años y dotación mínima anual de 30.000€. Existen también variantes con menor dotación económica y duración mínima de 1 año, que se suelen denominar aulas de empresa, e incluso variantes con requisitos económicos más exigentes.

Las cátedras de empresa organizan diferentes actividades, que pueden ser de formación, investigación o divulgación. Sin embargo, en ocasiones estas actividades no cuentan con la participación de muchos estudiantes. En este trabajo se ha realizado una encuesta a los estudiantes de ingeniería química (de 4º curso de grado y de máster) de la ETSII de la Universitat Poliécnica de València para averiguar el grado de conocimiento que el estudiantado tiene sobre las cátedras de empresa: cuáles son, qué actividades ofrecen, participación, etc.

El 71% de los estudiantes que han respondido conocer qué son las cátedras de empresa han contestado que las han conocido gracias a las pantallas de información que hay colocadas en varios puntos de la ETSII. El resto del alumnado las ha conocido a través del correo electrónico. Actualmente hay 8 cátedras y un aula de empresa activas adscritas a la ETSII. De ellas, 5 están relacionadas directamente con la ingeniería química (empresa cementera, empresa cerámica, empresa del ciclo integral del agua y de residuos, centro tecnológico del sector del plástico y empresa del sector cerámico), 3 se ocupan de aspectos energéticos y 2 de temas biomédicos. De las respuestas dadas por el alumnado encuestado, solo el 25% supo poner el nombre de más de 2 cátedras de empresa. Por otra parte, y dado que las cátedras de empresa están abiertas a todos los alumnos de la UPV pese a estar adscritas a Centros, el 50% de los alumnos incluyeron en su respuesta el nombre de una cátedra de empresa adscrita a otro centro, pero relacionada con la ingeniería química, ya que se trataba de empresas del ciclo integral del agua, del sector textil y del sector del lavado de vehículos. Las principales actividades realizadas son prácticas en departamentos e institutos de investigación de la UPV, convocatorias de premios y conferencias/jornadas de divulgación.

Como conclusión cabe comentar que las cátedras/aulas de empresa se están convirtiendo en un instrumento muy importante para que los alumnos entren en contacto con las empresas, fomentando la empleabilidad. Por otra parte, la relación del centro con estas empresas hace que participen en todos los procesos de acreditación como representantes del grupo de interés empleadores, participando también activamente en otros eventos en los que se requiere la participación de las empresas.

# El papel de la Ingeniería Química en un centro multidisciplinar: la experiencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla

**Pedro Haro**[1,2*], Ángel L. Villanueva Perales[2], Custodia Fernández Baco[2], José Morillo Aguado[2]

([*]calidad-etsi@us.es)

[1]Universidad de Sevilla, Subdirección de Calidad y Responsabilidad Social, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los Descubrimientos s/n, Sevilla, España

[2]Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los Descubrimientos s/n, Sevilla, España

**Palabras clave:** mejora de las titulaciones, potencialidades y barreras, multidisciplinariedad.

## Resumen

Los estudios de Ingeniería Química en la Universidad de Sevilla se remontan al año 1964 cuando se inició la primera promoción de Ingeniero Industrial con sus tres especialidades originales (Eléctrica, Mecánica y Química) en la por entonces Escuela de Ingenieros Industriales. Desde entonces, la Universidad de Sevilla ha continuado sin interrupción la impartición de estos estudios que en el año 1998 se constituyeron en una titulación independiente del Ingeniero Industrial (Ingeniero Químico), pero todavía fuertemente ligada por la elevada transversalidad entre ambas titulaciones. Esta elevada transversalidad entre los estudios de Ingeniería Industrial e Ingeniería Química es más bien minoritaria en el conjunto de la Universidades españolas. La actual Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla (ETSI) ha experimentado en las últimas dos décadas una gran diversificación de los estudios impartidos. En el año 2004, sólo existían 4 titulaciones de primer y segundo ciclo (Ingenierías Superiores). Actualmente, la ETSI cuenta con 8 títulos de grado (todos con Sello EUR-ACE®) y 11 títulos de máster universitario que abarcan la Ingeniería Aeronáutica, la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, la Ingeniería de Telecomunicación y otras disciplinas asociadas a la Ingeniería Industrial (robótica-automática, energía, organización, ingeniería eléctrica, mecánica y ambiental). Esta diversificación ha tenido un impacto en los estudios de Ingeniería Química que no ha sido analizada con detalle hasta la fecha.

Este estudio tiene por objetivo el análisis crítico y la identificación de los retos de las actuales titulaciones de Grado y Máster en Ingeniería Química (Programa Académico de Recorrido Sucesivo en Ingeniero/a Químico/a), desde la perspectiva de las potencialidades y barreras inherentes a la ETSI, dentro del contexto español de gestión de la calidad universitaria. Así, por ejemplo, la presencia de departamentos especializados en áreas como administración de empresas, ingeniería de sistemas y automática, tecnología electrónica, máquinas y motores térmicos, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, proyectos en ingeniería, etc. supone una ventaja clara en la formación de los estudiantes de ingeniería química. Sin embargo, la escasa formación de química durante el Bachillerato de los futuros estudiantes de la ETSI parece ir asociada a la elevada tasa de abandono en los estudios de Grado. Es particularmente interesante el efecto que el resto de las titulaciones tiene sobre los estudiantes de Ingeniería Química (que representan aprox. el 8% del estudiantado en la ETSI). En general, estas titulaciones tienen mayores notas de corte. Otra barrera identificada es la tendencia a la homogenización de los estudios de Grado y Máster en la ETSI, lo que limita el diseño independiente del currículo si se compara con el resto de España.

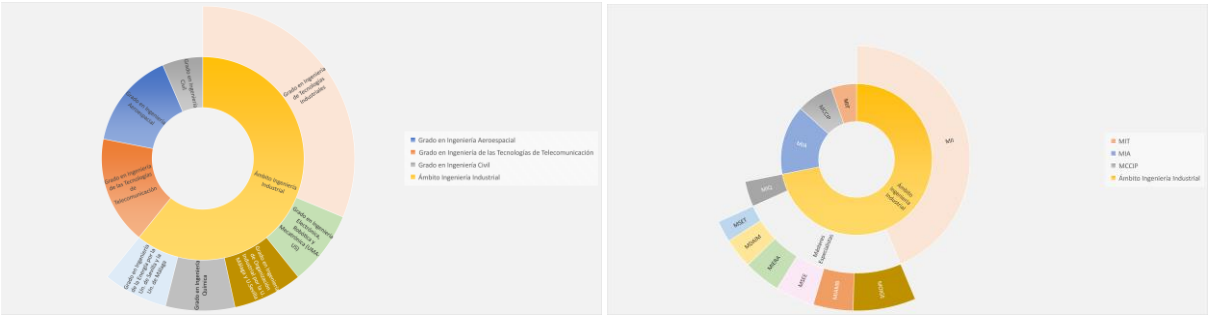



**Figura 1.** Distribución de los estudiantes en el Grado (izq.) y Máster (dcha.) en la ETSI (gris) [1].

## Referencias

[1] Haro, P. Informe sobre el Mapa de Titulaciones en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla. 2019.

# Estrategias para la adaptación de la asignatura de Ingeniería del Medio Ambiente en los grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Automática a la realidad profesional

**Rosa Mosteo**[1,*], Judith Sarasa[1], Rosa P. Matute[1] Javier Abrego[1]

([*]mosteo@unizar.es)

[1] Universidad de Zaragoza, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, C/María de Luna, Zaragoza, España

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo; TIC; retos sociedad; Ingeniería Ambiental

## Resumen

Desde el primer año de la puesta en marcha de los grados en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza se imparte la asignatura de Ingeniería del Medio Ambiente (IMA) en los grados de ingeniería de la rama industrial en los que la asignatura se ubica en primer curso (segundo semestre), como es el grado en Ingeniería Eléctrica (GIE). Por otro lado, en el grado en Ingeniería Electrónica y Automática (GIEA), se imparte esta asignatura en cuarto curso (primer semestre). Debido a la experiencia adquirida por parte del profesorado implicado, se han observado diferentes necesidades por el perfil laboral de los futuros graduados frente a otras titulaciones de la rama industrial como Ingeniería Mecánica, Tecnologías Industriales e Ingeniería Química.

El objetivo principal del estudio es adecuar los resultados de aprendizaje del alumnado de IMA de GIE y GIEA a su realidad profesional y que den respuesta a los nuevos retos sociales. Este objetivo principal se desglosa en los siguientes objetivos parciales:

1. Mejorar la percepción de los estudiantes sobre la asignatura IMA en cuanto a la importancia en su formación académica durante toda la titulación.
2. Actualizar el temario de la asignatura y adaptar los resultados de aprendizaje que adquirirán los estudiantes a su actividad profesional futura.
3. Fomentar las competencias para el trabajo cooperativo y para la comunicación.
4. Mejorar el uso de herramientas TIC.
5. Analizar la influencia del resultado del proceso de aprendizaje teniendo en cuenta el curso en el que se imparte la asignatura, así como en la titulación en la que se enmarca.

En este estudio, se propone en primer lugar una modificación parcial del temario de la asignatura, reorganizando el temario ya existente para que se puedan incluir varios temas específicos relacionados con la realidad profesional de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Automática y los retos sociales a los que se enfrentan.

Una vez definidas las modificaciones, el equipo docente ha elaborado el nuevo material y definido las actividades vinculadas que realizará el alumnado en el aula. Estas actividades se realizarán en equipo y se utilizarán diferentes herramientas que propondrá el profesorado al inicio de la actividad. Se potenciarán las herramientas digitales y el uso de herramientas disponibles en moddle para la entrega de tareas.

Para conocer la percepción que tiene el alumnado sobre las a actividades propuestas y su conocimiento previo, al inicio de la actividad se realizará un cuestionario, que puede basarse tanto en cuestionarios de moodle, de google o en estrategias de gamificación. Estas encuestas también serán útiles para la evaluación del estudio por parte del equipo docente.

Las actividades propuestas serán de carácter voluntario y se evaluarán de manera continua. Algunos ejemplos de estas actividades son: uso de ACV para el ecodiseño de aparatos eléctricos y electrónicos (AEEs), propuestas de gestión de residuos de AEEs o análisis de evaluación de impacto de energías renovables.

Resumiendo, se utilizarán principalmente metodologías docentes activas en las que el alumnado es el eje del proceso de aprendizaje y se potenciará el uso de estrategias de gamificación.

Se espera que el estudiante afiance sus conocimientos de la asignatura y mejore su capacidad para relacionarlos con la realidad. Además, se espera que los estudiantes de las titulaciones GIE y GIEA aumenten su interés hacia la problemática ambiental ya que en muchas ocasiones no la sienten próxima a su sector industrial.

La evaluación se realizará por parte del equipo docente preferentemente mediante cuestionarios. La calificación corresponde con una bonificación extra de hasta un punto sobre la nota final de la asignatura, previa superación de una calificación mínima de 5.

Área temática: T4. Emprendimiento, nexo Universidad – Empresa – Sociedad

# Promoviendo la creatividad y el emprendimiento en la asignatura de Proyectos en Química

**Soraya Rodríguez-Rojo**[1,*], Danilo Cantero, Juan García-Serna

([*]soraya.rodriguez@uva.es)

[1] Universidad de Valladolid, Departamento Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingenierías Industriales – INDUVa, Prado de la Magdalena 3-5 47011, Valladolid, España

**Palabras clave:** química verde, sostenibilidad, creatividad, emprendimiento, innovación.

## Resumen

La profesión de químico tiene entre sus muchas atribuciones profesionales "la capacidad de firmar proyectos de realización de instalaciones y actividades industriales de carácter químico", por ello es fundamental que los estudiantes de Grado en Químicas sean capaces de elaborar proyectos sencillos, así como de entender proyectos más complejos y poder trabajar de forma coordinada con expertos en ingeniería, química, en este caso.

La asignatura optativa "Proyectos en Químicas" (6 ECTS) de 4ºcurso de Grado en Químicas se articula según el aprendizaje basado en proyectos (ABP), de forma que parte de las clases son expositivas en las que se imparten los conceptos básicos de las principales partes que componen un proyecto de industria química (morfología del proyecto, selección de alternativas, diagrama de flujo y balance de masa, balance de energía, introducción al diagrama de proceso e instrumentación, evaluación económica, análisis de riesgos y seguridad, y evaluación ambiental), y otra parte importante de las clases son de tipo práctico y seminarios, en los que los alumnos trabajan en grupos de 2-4 personas sobre su propia idea de producto o proceso sostenible e innovador. De forma general, las asignaturas relacionadas con la Ingeniería Química les resultan menos atractivas a los alumnos de químicas, por lo que para movilizar al estudiantado perteneciente a la Generación Z se busca fomentar su motivación en distintas vertientes, teniendo en cuenta sus características de aprendizaje [1] y su interés, que a la vez debe ser el interés del conjunto de la sociedad, por avanzar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible [2], utilizando la Química Verde como eje fundamental en la asignatura. De esta forma, el proyecto a realizar por cada grupo, que llega a la fase de estudio de viabilidad, se orienta hacia la obtención de un producto o proceso de su invención relacionado con la temática general propuesta; Los temas más recientes han sido:

1. *Bioeconomía: desarrollo de un producto que incluya componentes obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica*
2. *Bioeconomía y agricultura sostenible: desarrollo de un "agroquímico" con compuestos activos naturales a partir de subproductos/ residuos agroindustriales de Castilla y León.*
3. *Economía circular: desarrollo de un producto a partir del reciclado de residuos plásticos*

La presentación de la temática general del proyecto va seguida de una exposición por parte del docente de la temática, así como de seminarios guiados para profundizar y llegar a la concepción de la propuesta concreta de cada grupo. También hay sesiones en las que se trabaja específicamente la creatividad y la innovación.

Una parte de las sesiones prácticas se dedica a formación en herramientas que les serán útiles en su futuro profesional y también académico a corto plazo (ej. para la realización del TFG): manejo avanzado de procesadores de texto (Word) y hojas de cálculo (Excel), programas para la elaboración de diagramas de flujo (Visio/Draw.io), manejo de gestores bibliográficos (Mendeley), bases de datos bibliográficas (Scopus) y de patentes (Espacenet), tendencias y nichos (Google Trends, Niche Laboratory).

De forma general, el tiempo que dedican a la asignatura y su nivel de motivación son altos, por ello las calificaciones en la asignatura son muy buenas; crear su propia idea innovadora, aumenta la motivación por una materia *a priori* "difícil" y fomenta su creatividad y el autoaprendizaje. En casi todas las convocatorias, alguno de los grupos se presenta a la convocatoria PROMETEO de la Fundación General de la Universidad de Valladolid (http://innovacion.funge.uva.es/prometeo), y resulta seleccionado, para el desarrollo de prototipos/ proyectos orientados a productos innovadores que puedan resolver necesidades del mercado y la sociedad.

## Referencias

[1] Caratozzolo, P.; Álvarez-Delgado, A.; Hosseini, S. Creativity in Criticality: tools for Generation Z students in STEM. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 21-23 April 2021, Viena, Austria.

[2] Yamane T.; Kaneko, S. Is the younger generation a driving force toward achieving the sustainable development goals? Survey experiments. Journal of Cleaner Production, 2021, 292, 125932.

# La Cátedra de Empresa Fundación Torrecid en la Universidad Politécnica de Valencia. Creación de vínculos y sinergias

**Esperanza M. Garcia-Castello**[1*], Javier Gasch[2], Inmaculada Garrudo Antona[3], Jeniffer Viedma[2], Paula Gil Collado[4], M. Isabel Iborra-Clar[1]

([*]egarcia1@iqn.upv.es)

[1] Universitat Politècnica de València, Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España

[2] Torrecid, S.A., Departamento de Recursos Humanos, Partida Torreta, s/n 12110 Alcora (Castellón), España

[3] Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España

[4] Universitat Politècnica de València, Servicio Integrado de Empleo, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España

**Palabras clave:** Cátedra de Empresa; Actividades; Sinergias; Universidad-Empresa.

## Resumen

La Cátedra Fundación Torrecid (figura 1(a)), antes Cátedra Torrecid, fue creada para dar continuidad a la estrecha colaboración que desde 1980 tiene la empresa Torrecid, S.A. con la Universitat Politècnica de València. La empresa Torrecid es una empresa familiar multinacional globalizada, líder en el sector de la cerámica y vidrio (https://www.torrecid.com/es/inicio/). El objetivo de la Cátedra es premiar y potenciar el esfuerzo realizado por los estudiantes de la UPV, para proporcionar futuros líderes empresariales que puedan abrir nuevos caminos en el sector cerámico u otros sectores [1].

(a) (b)

**Figura 1.** (a) Logo de la Cátedra Fundación Torrecid; (b) Foto grupal entrega de premios cursos 2019-20 y 2020-21

Desde la Cátedra F. Torrecid con sede en la ETSII, siempre se ha apostado por el potencial humano, y en este sentido a lo largo de los años, se han ido proponiendo diferentes actividades y sinergias (ayudas, premios, etc.) para estudiantes de titulaciones de la UPV que son afines de algún modo a Torrecid. Hay que destacar entre estas titulaciones el Grado de Ingeniería Química, Máster Universitario en Ingeniería Química, Grado en Tecnologías Industriales y Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Además, también colabora con distintas iniciativas de innovación y liderazgo de la UPV.

Entre las actividades propuestas últimamente, hay que reseñar ayudas de intercambio internacional para estancias Erasmus y doble titulación, Premios Talento, Premios a los mejores TFG y TFM, Colaboración con Asociación juvenil LideraT, Colaboración con el Club de Debate, Participación en los Foro Empleos, etc.

## Referencias

[1] Memoria Cátedras de Empresa. Universitat Politècnica de València. (https://catedras.webs.upv.es/index.php/memoria-catedras/).

# Análisis de la formación actual en ODS y propuestas para su incorporación en la titulación de Grado en Ingeniería Química de la ETSII de la Universitat Politècnica de València.

E.M. García-Castello[1], A.J. Campillo-Fernández[2], M. Lorduy-Alós[3], J. Manzano Juarez[4], M.T. Montañés[1], S. Vidal-Puig[3], J.F. Villanueva[1], **M. Sancho[1]**, Ángel Ortiz-Bas[4]

(*msanchof@iqn.upv.es)

[1] Universitat Politècnica de València, Dpto. Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

[2] Universitat Politècnica de València, Dpto. Termodinámica Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

[3] Universitat Politècnica de València, Dpto. Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

[4] Universitat Politècnica de València, Dpto. Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

[3] Universitat Politècnica de València, Dirección Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, 47022 Valencia, España

**Palabras clave:** ODS; Ingeniería química; Sostenibilidad

## Resumen

Las Universidades, instituciones transformadoras de la sociedad donde se forman profesionales, juegan un papel clave en la consecución de los ODS que han de implementarse en todas las facetas de la actividad universitaria. En la ETSII, el compromiso con los ODS se refleja en su Plan Estratégico 2021-2025 [1], en cuyo contexto se encuentra el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) "Innovación y mejora educativa aplicada a los ODS en la ETSII" (PIME/21-22/281), que desarrolla un trabajo de análisis de la formación actual en ODS en dos fases: una primera para las asignaturas troncales y obligatorias, y una segunda, para las asignaturas optativas. Este trabajo se centra en la primera fase.

En el Grado en Ingeniería Química (GIQ) de la ETSII, hay un total de 37 asignaturas troncales y obligatorias. Como base para realizar este trabajo se han empleado las Guías Docentes (GD) aprobadas para el curso 2021-2022. Se han estudiado las 37 GD para realizar un análisis diagnóstico de la implantación actual de los ODS, así como de su potencial de trabajo para definir un itinerario formativo en ODS para la titulación en un futuro próximo.

Como principales resultados, se ha encontrado que actualmente un 41% (7 en total) de los ODS no encuentran reflejo en las GD. Los ODS con mayor representatividad son el ODS4 (Educación de calidad) y el ODS12 (Producción y consumos responsables). Por otra parte, se plantea una posible vinculación de al menos un ODS en prácticamente todas las asignaturas (97%), siendo el único ODS sin potencial representación el ODS10 (Reducción de las desigualdades). Se aprecia un aumento del número de ODS por asignatura respecto a la cantidad diagnosticada, pasando de 1-6 ODS/asignatura a 1-10 ODS/asignatura, lo que indica que hay mucho camino por recorrer en la inclusión de los ODS en las asignaturas del GIQ. Según los resultados obtenidos, el ODS12 (Producción y consumos responsables) es el que podría tener más presencia en las asignaturas del GIQ, seguido por los ODS9 (Agua, industria, innovación e infraestructura) y ODS8 (Trabajo decente y crecimiento económico).

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del Proyecto: "Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII" (PIME/21-22/281).

## Referencias

[1] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (2020b), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Plan Estratégico ETSII 2021-2025, <https://www.etsii.upv.es/presentacion/documentos/Plan_estrategico_21-25.pdf> [Consulta: 1 de marzo de 2022].

# Implementación de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Títulos de Grado y Máster en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza

**Víctor Sebastián**[1,*], Alberto Gonzalo[1], Alicia Callejas[1] y Mª Benita Murillo [1]

([*]victorse@unizar.es)

[1] Universidad de Zaragoza, Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, C/ María de Luna, 3. 50018-Zaragoza, España

**Palabras clave:** Agenda 2030; Objetivos de Desarrollo Sostenible; Mapas de aplicación.

## Resumen

La Universidad juega un papel decisivo en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) entre otras cosas por su papel para crear capacidades tanto personales como profesionales para implementar la Agenda 2030. Si bien la Agenda 2030 es responsabilidad de toda la sociedad humana, hay que destacar el ineludible papel que en su implementación tiene la ingeniería, y en particular la Ingeniería Química. Con la aplicación de la metodología desarrollada en un Proyecto Estratégico de Centro [1] de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza se ha realizado un mapeo completo para identificar la relación directa entre los contenidos evaluables y ODS en cada una de las asignaturas del Grado y Máster en Ingeniería Química (Figura 1). Este estudio ha permitido determinar cuáles son las metas específicas de los ODS relacionadas directamente con la formación académica en ambos Títulos. Este mapa formativo en ODS ofrece un marco de acción útil para detectar posibles lagunas formativas del estudiantado u orientar la formación hacia metas de interés que puedan suponer una mejora curricular. Este estudio además contribuye a la adaptación de ambas titulaciones al RD 822/2021 en relación con lo indicado en el Artículo 4 apartado 2. que establece los ODS como principios referentes de las titulaciones.

Entre los resultados de este diagnóstico destacan: 1) El profesorado ha podido reflexionar, tomar conciencia y aprender sobre los ODS. Obteniéndose resultados cuantificables tales como la introducción en las Guías docentes de todas las asignaturas de los planes de estudios los ODS/metas a los que aporta la formación de las mismas. 2) Se ha generado el mapa formativo en ODS y metas que capacitan actualmente al estudiantado egresado. Este aspecto permite concluir que ambos títulos están principalmente alineados respecto a los siguientes ODS (Figura 1): 6-agua limpia y saneamiento,7-energía asequible y no contaminante, 8-trabajo decente y crecimiento económico 9- industria, innovación e infraestructura y 12-producción y consumos responsables. También aparecen reflejados otros ODS, aunque en menor medida. Un resultado adicional es la necesidad de reforzar algunos ODS como el 13, dada la emergencia climática actual y otros como el 5 que es considerado de carácter transversal por el centro.

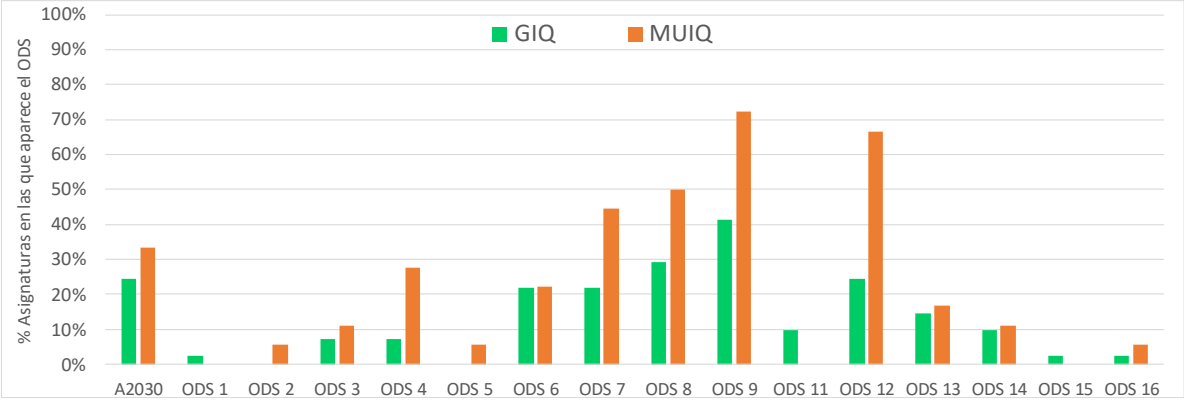



**Figura 1.** Objetivos de Desarrollo Sostenible en el Grado y Máster en Ingeniería Química

**Agradecimientos:** Los autores de este resumen agradecen la ayuda prestada por la Universidad de Zaragoza - PIEC_19_429, y el Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y al profesorado de los Títulos analizados

## Referencias

[1] PIEC_19_429: "Implementando los ODS en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura: Primeros pasos". https://eina.unizar.es/sites/eina.unizar.es/files/archivos/Innovacion/piec_19_501_datos_entregado.pdf;

# Análisis de la formación actual en ODS en el Máster Universitario de Ingeniería Química de la ETSII de la Universitat Politècnica de València

(*sialvare@iqn.upv.es)

**Silvia Álvarez Blanco**[1,*], Valentín Pérez Herranz[1], Amparo Borrell Tomas[2], María José Verdecho Sáez[3], Carlos Carbonell Alcaina[1], José Felipe Villanueva[1], María Sancho[1], Ángel Ortiz[4]

[1] Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Camino de Vera s/n, Valencia, España.

[2] Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

[3] Universitat Politècnica de València, Departamento de Organización de Empresas, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

[4] Universitat Politècnica de València, Dirección Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial,

**Palabras clave:** Máster Universitario en Ingeniería Química, itinerario curricular, ODS

## Resumen

El 1 de enero de 2016 entró en vigor la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [UN 2015], con el objetivo de colocar al mundo y sus sociedades en el camino hacia un futuro mejor para 2030. Con este objetivo se marcaron los conocidos 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Entre todas las instituciones implicadas en la implementación de la Agenda 2030 y la consecución de los 17 ODS también las universidades juegan un papel clave. En primer lugar, deben incorporar los ODS en su docencia, investigación, transferencia y gestión. En segundo lugar, las universidades deben ejercer simultáneamente su papel como agentes transformadores de la sociedad. Por lo tanto, es necesario examinar críticamente el tipo de competencias promovidas por las universidades en estas décadas, su estilo de compromiso con la sociedad y el papel global en la creación de conocimiento, la transferencia de tecnología y la influencia institucional. Para ayudar en esta tarea nace la guía "Cómo empezar con los ODS en las universidades" de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible Australia/Pacífico, traducida por la Red Española para el Desarrollo Sostenible (REDS) [1], donde se sientan las bases para la implementación de la Agenda 2030 en las instituciones de educación superior.

En este sentido, la ETSII está actualmente desarrollando un PIME institucional ("Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII", PIME/21-22/281), cuyo objetivo es integrar los ODS en los planes de estudio, con el fin de mejorar el compromiso con la sostenibilidad de los Profesionales de la Ingeniería. Para lograr este objetivo, el primer paso es analizar el contexto actual de incorporación de los ODS en las titulaciones de la ETSII. El objetivo del trabajo aquí presentado se enmarca en esta fase inicial del proyecto, contribuyendo al diagnóstico de la situación actual, para que, a partir de este punto de partida, se pueda diseñar una ruta metodológica para incorporar los ODS en los planes de estudio. Concretamente, este trabajo presenta los resultados de la revisión del estado actual de inclusión de los ODS en las asignaturas del Máster Universitario de Ingeniería Química desde el punto de vista de las guías docentes.

En total, el Máster tiene 13 asignaturas troncales y obligatorias, cuyas Guías Docentes se han revisado en la primera fase. Como principales resultados de la revisión de las Guías Docentes cabe destacar:

- En el total de las asignaturas se trabajan en la actualidad 10 de los 17 ODS, habiendo 4 asignaturas en las que se hace mención explícita a los ODS en la Guía Docente.
- Los ODS más trabajados actualmente son el ODS-8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y el 12 (Producción y consumo responsables), los cual se trabajan en 8 y en 7 asignaturas, respectivamente. Estos son también los ODS que presentan mayor potencial de trabajo en la titulación.

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del Proyecto: "Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII" (PIME/21-22/281).

## Referencias

[1] SDSN (2020), Accelerating Education for the SDGs in Universities: A guide for universities, colleges, and tertiary and higher education institutions, New York: Sustainable Development Solutions Network < https://resources.unsdsn.org/accelerating-education-for-the-sdgs-in-universities-a-guide-for-universities-colleges-and-tertiary-and-higher-education-institutions> [Consulta: 1 de marzo de 2022].

# La adsorción en la docencia: del STEM al TFG

**Begoña González de Prado**[1,*], Ángeles Domínguez Santiago[1]

([*]bgp@uvigo.es)

[1] Universidade de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Lagoas-Marcosende, Vigo, España

**Palabras clave:** operaciones básicas; adsorción.

## Resumen

La docencia de la Ingeniería Química en otras titulaciones, como el grado en Química, puede presentar diversas dificultades como la necesidad de diseñar prácticas de operaciones básicas en laboratorios preparados para otro tipo de docencia, y adaptar los contenidos al nivel y grado correspondiente.

Entre las distintas opciones, la adsorción presenta una serie de ventajas ya que es sencilla de montar y económica y además se puede adecuar a diferentes niveles de enseñanza [1]. Por esta razón hemos seleccionado la adsorción para su realización en tres niveles de estudios: en el proyecto STEM con alumnos del IES A Paralaia (Moaña, Pontevedra), como práctica de laboratorio de la asignatura Ingeniería Química del tercer curso del grado en Química de la Universidade de Vigo y como TFG del mismo grado. En todos los casos se han empleado colorantes para favorecer la comprensión del proceso mediante la visualización de la desaparición del color.

Proyecto STEM. El tema ofertado en este proyecto fue "Descontaminación del agua" y se planteó la eliminación de dos colorantes, Malachite Green y Acid Yellow empleando como adsorbente perlas de quitosano. Los alumnos realizaron tres sesiones de 4h en el laboratorio lo que dio la posibilidad de que ellos mismos prepararan el adsorbente que iban a utilizar. Los alumnos realizaron la curva de calibrado con un espectofotómetro y midieron la concentración del colorante en el agua antes y después de la adsorción, para calcular el porcentaje de extracción, analizando la influencia de la relación masa adsorbente/disolución y la diferencia de adsorción entre ambos colorantes.

Prácticas del grado de Ingeniería Química. Entre las prácticas de laboratorio realizadas en la asignatura de Ingeniería Química del tercer curso del grado en Química se realizó la adsorción de un colorante alimentario empleando carbón activo y amberlita. En este caso se realizaba en una sesión de 4 horas en la que además de preparar la curva de calibrado concentración-absorción con un espectofotómetro, estudiaban la variación de la cantidad de colorante adsorbida con el tiempo tanto para el carbón activo como para la amberlita. Diferentes grupos de alumnos empleaban distintas relaciones masa de adsorbente/disolución para determinar las mejores condiciones de operación en base a los resultados de todos los grupos.

Trabajo fin de grado. En el trabajo fin de grado se planteó el estudio de la adsorción de varios colorantes textiles de distintos tipos (colorantes azo con diferente número de grupos sulfito) empleando como adsorbentes perlas de quitosano y de quitosano modificado con metales y con disolventes. A este nivel ya se estudia la cinética y las isotermas de adsorción, analizando además las distintas variables como temperatura y relación adsorbente/disolución y comparando los resultados obtenidos para los diferentes adsorbentes y colorantes empleados. La diferencia entre las estructuras de los colorantes permite obtener algunas conclusiones acerca del efecto de los grupos sulfito en el colorante.

Podemos concluir, por lo tanto, que las prácticas de adsorción pueden ser explicadas en todos los niveles docentes, desde el bachiller al trabajo fin de grado diferenciándose en el nivel de profundidad.

## Referencias

[1] Piergiovanni, P.R. Adsorption kinetics and isotherms: a safe, simple and inexpensive experiment for three levels of students. J. Chem. Educ 2014, 91, 560-565.

# Simuladores de procesos como complemento a la docencia de Operaciones Unitarias

**Ángeles Domínguez Santiago***, Begoña González de Prado

(*admguez@uvigo.es)

Universidade de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, Lagoas-Marcosende, Vigo, España

**Palabras clave:** simulación, operaciones unitarias

## Resumen

Los simuladores de procesos son una herramienta bien establecida en el grado de Ingeniería Química tanto en cursos intermedios como superiores por su utilidad a la hora de afianzar conocimientos y de favorecer un aprendizaje activo [1,2]. Estos simuladores pueden ser también de gran utilidad en la docencia de materias que incluyan operaciones unitarias en titulaciones diferentes al grado de Ingeniería Química, donde no es fácil que el alumno pueda acceder a una planta piloto y pueda ver en realidad el funcionamiento de las principales operaciones de separación.

En el grado de Ingeniería de la Energía de la Universidade de Vigo, se imparte la asignatura *Operaciones básicas y procesos de refino, petroquímicos y carboquímicos* (9 ECTS) en la que se tratan las operaciones de separación más empleadas: destilación, extracción líquido-líquido y absorción. Con el fin de facilitar el aprendizaje, hacerles comprender la importancia de estas operaciones de separación en los procesos que verán más adelante en la asignatura y analizar la influencia de las distintas variables, tal y como se vio en las clases de teoría y seminarios, se realizan varias sesiones prácticas en las que se simulan columnas de rectificación, de extracción líquido-líquido y de absorción empleando el simulador HYSYS.

Previamente a las sesiones de simulación se les da a los alumnos una guía de elaboración propia en la que se explica cómo utilizar el programa para simular las operaciones de separación ya mencionadas y la importancia de la selección del *Fluid Package* dependiendo de la naturaleza de los compuestos que se van a separar.

Simulación de una columna de rectificación. En primer lugar se realiza la simulación de una columna de rectificación para la separación de una mezcla binaria. Se usa la *shortcut column* debido a que converge con mayor facilidad y permite analizar la influencia de la relación de reflujo y de las condiciones de alimentación en el número de etapas y consumo energético. Con los datos obtenidos en la *shortcut column* se realiza la simulación empleando la *distillation column*. Por último, se realiza la simulación empleando como alimentación una mezcla multicomponente para mostrar la influencia de la selección de los componentes clave. Los diagramas composición-número de platos ayudan a visualizar el proceso y a comprender la utilización de columnas con salidas laterales propias del refino de petróleo.

Simulación de una columna de extracción líquido.líquido. Se simula la separación de compuestos aromáticos de mezclas de hidrocarburos empleando la columna *liquid-liquid extractor* y se analiza la influencia de la naturaleza y caudal de disolvente en el número de etapas y porcentaje de extracción. En este caso se realiza la simulación empleando dos disolventes diferentes sulfolano y dimetilsulfóxido con diferente selectividad y capacidad de extracción.

Simulación de una columna de absorción. Puesto que en la asignatura se tratará el endulzamiento del gas natural, en esta práctica se emplean diversas disoluciones acuosas de aminas para eliminar los gases ácidos de una corriente de gas natural con una columna de absorción (*absorber*)

La respuesta del alumnado al uso del HYSYS fue positiva, considerando que el uso de simuladores es una herramienta de gran utilidad para su formación.

## Referencias

[1] Fernandes A.N.F. Use of Process Simulators for the Unit Operations Education of Undergraduate Chemical Engineers. Comput. Appl. Eng. Educ. 2002, 10, 155-160.

[2] Borreguero, A.M.; Valverde, J.L.; García_vargas, J.M. Simulated-based learning in the teaching og chemical engineering. Comput. Appl. Eng. Educ. 2019, 27, 1267-1276.

# El papel del comité consultivo externo en la actualización de los planes de estudio de los títulos de Grado y Máster en Ingeniería Química de la USC

Alberto Arce Arce[1], Ana Soto Campos[1], Gumersindo Feijoo Costa[1], Anuska Mosquera Corral[1], Héctor Rodríguez Martínez[1], Juan M. Garrido Fernández[1], **Julia González Álvarez**[1,*]

(*julia.gonzalez@usc.es)

Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Campus Vida, Santiago de Compostela, España

**Palabras clave:** Comité externo; Empresa; Universidad; Grado; Máster.

## Resumen

El Comité Externo del Grado en Ingeniería Química y del Máster en Ingeniería Química y Bioprocesos de la USC está formado por egresados/as de los títulos, así como por personal de empresas ubicadas en Galicia como son Abengoa, Alcoa, Aluminios Cortizo, Facet Filtration Ibérica, Finsa, Inditex, Lonza, Pescanova, Reganosa y Repsol, y representantes del Clúster Tecnológico Empresarial de Ciencias de la Vida (Bioga) y de los Colegios de Ingenieras e Ingenieros Químicos de Galicia e Ingenieros Técnicos Industriales de A Coruña. Se constituyó en el año 2015 en la titulación de Grado [1] y en el año 2018 se extendió su acción al título de Máster, ampliándose además el número de entidades participantes. Su finalidad es asesorar en la actualización de los contenidos, metodologías y competencias de ambos títulos y preparar de cara al futuro lo que podrán ser cambios substanciales en las memorias de verificación. La contribución de este comité es fundamental para acercar los contenidos y competencias de ambas titulaciones a las necesidades reales del sector empresarial y mejorar la formación que los empleadores esperan de los ingenieros químicos.

Este comité se reúne con los/as coordinadores/as de ambos títulos, dirección del centro y dirección del departamento de Ingeniería Química con una periodicidad anual y un orden del día establecido, enviando con antelación a todos sus miembros la documentación pertinente a revisar con el fin de agilizar la reunión. Los principales resultados y sugerencias se registran por parte de los/as coordinadores/as de los títulos, que los trasladan a las correspondientes Comisiones Académicas.

En cuanto a los temas abordados en las últimas reuniones están aspectos asociados al currículo del estudiantado, como son aquellos relacionados con la seguridad en la industria o herramientas digitales para la industria 4.0; y otros relativos al funcionamiento interno de los títulos, como el aporte de mejoras en las rúbricas establecidas para la evaluación de los trabajos fin de grado (TFG) y fin de máster (TFM) o ideas y colaboración para la organización de un foro de empresas para el alumnado.

A modo de ejemplo, en relación con la rúbrica establecida para los trabajos fin de estudios, se debe señalar que en la USC el TFG tiene que consistir en un proyecto de diseño de una instalación industrial preferentemente química o de una sección de la misma, realizado individualmente o en equipos de 2-3 miembros; mientras que los TFM son trabajos de investigación académicos o estudios de I+D realizados por el alumnado en empresas de forma individual, representando los realizados en empresa un porcentaje cada vez mayor. El comité externo ha dado consejos para la corrección de las ponderaciones de los ítems evaluados en las rúbricas de evaluación de ambos trabajos, reformulando alguno de los criterios que se evaluaban tanto en el TFG como en el TFM. De este modo los contenidos y competencias a evaluar se adaptan mejor a los que el alumnado va a necesitar desarrollar en su trabajo futuro en la industria.

El comité también asesora sobre potenciales cambios en los planes de estudio. En este sentido, se han incorporado aquellos de carácter "no sustancial", que implicaron por ejemplo el dar mayor énfasis a contenidos de seguridad en las materias de los títulos. Para cambios de mayor calado, el encorsetamiento normativo actual de los títulos universitarios, derivado de las normativas estatales y autonómicas, constituye una importante barrera para que, sin afectar a las normativas que regulan ambos títulos (Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, BOE de 20 de febrero de 2009 y Resolución de 8 de junio de 2009, BOE de 4 de agosto de 2009), se efectúe una rápida adaptación de los mismos a los cambios que demanda la industria, la sociedad u organismos internacionales de referencia como la *Institution of Chemical Engineers* (IChemE), que acredita en la actualidad ambos títulos de la USC.

## Referencias

[1] Gumersindo Feijoo, María Teresa Moreira y Alberto Arce (2018) *Integración del Comité Externo en el Sistema de Garantía de Calidad del Grado de Ingeniería Química de la USC*. IV CIDIQ. Universidad de Santander.

# Doble Grado en Química e Ingeniería Química: ¿un nuevo perfil?

**Paula Marzal**[1,*], Adela R. Mauri[2], Ana M. Dejoz[1], Iolanda Porcar[3]

([*]paula.marzal@uv.es)

[1] Universitat de València, Departamento d'Enginyeria Química, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Av de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, España.

[2] Universitat de València, Departamento de Química Analítica, [3]Departamento de Química-Física, Facultat de Química, Dr Moliner 50, 46100 Burjassot, España.

**Palabras clave:** Doble titulación; Ingeniería Química; Química.

## Resumen

Desde los inicios de la formación reglada en Ingeniería Química, las sucesivas reformas en los Planes de Estudios han ido configurando una mayor diferenciación entre los perfiles formativos de químicos e ingenieros químicos. En el caso de los estudios en Química, la desaparición de la especialidad de Química Industrial y la reducción de contenidos en Ingeniería Química con la reforma de los Planes de Estudios de 1993, permitió orientar la formación de profesionales con mayores capacidades en investigación, síntesis de productos, y análisis y control de calidad. Por su parte, la implantación del título de Ingeniero Químico propició, no solo la adaptación de contenidos al "core" de la disciplina, sino también el reconocimiento de la especialización de profesionales en este área. El marco de referencia establecido en las Directrices Generales Propias (DGP) de los Planes de Estudios de 1993 ordenaba un amplio tronco común entre los títulos otorgados por las distintas universidades. En el caso del título de Ingeniero Químico [1], dicho marco contemplaba una dedicación obligatoria a las áreas de la química de 33 créditos. Posteriormente, el diseño de los Planes de Estudio adaptados al EEES se realizó bajo las premisas de un máximo de 240 ECTS y sin DGP, por lo que cada universidad configuró su Plan de Estudios de forma totalmente autónoma; eso sí, cumpliendo los mínimos indicados en la Orden CIN/351/2009 en el caso de títulos habilitantes para la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Las distintas universidades españolas optaron por incluir, en los programas formativos de Grado en Ingeniería Química o de Grado en Ingeniería Química Industrial, una dedicación obligatoria a materias de química entre 6 y 78 ECTS, con 24 a 30 ECTS en 18 de los 40 títulos analizados. Con ello, se aprecia cómo actualmente los graduados en Ingeniería Química presentan una amplia diversidad en sus contenidos curriculares en química.

Desde el punto de vista de los futuros estudiantes, se viene apreciando (1) la dificultad de elección entre estudios con una cierta afinidad y (2) la elevada demanda que están teniendo los programas de doble titulación. En el caso que nos ocupa, la ausencia de contenidos tecnológicos y el conocimiento y cercanía de la Química en los estudios de Secundaria hace que muchos estudiantes no sean capaces de diferenciar entre ambos estudios. Por ello, seleccionan en sus preinscripciones tanto el Grado en Química como en Ingeniería Química, debiendo optar por priorizar una de las dos opciones sin saber cuál se adaptará mejor a sus perspectivas futuras.

En este contexto, la Universitat de València (UV) oferta desde el próximo curso 2022-2023 el programa de Doble Grado en Química e Ingeniería Química. Se pretende con ello formar profesionales con amplios conocimientos para la síntesis y caracterización de materiales, extensas capacidades técnicas en procesos y operaciones, y competencias organizativas para hacer frente a los retos y oportunidades de la industria. Se trata de un programa de 330 ECTS a desarrollar en 5 cursos académicos combinando las asignaturas obligatorias de ambos grados. El programa responde al interés por el perfil profesional de los egresados de esta doble titulación manifestado por las empresas del sector químico de la Comunidad Valenciana. Los titulados contarán asimismo con el reconocimiento internacional Eurobachelor® y Eur-Ace® otorgado a los títulos de Graduado/a en Química por la UV y de Graduado/a en Ingeniería Química por la UV, respectivamente.

## Referencias

[1] REAL DECRETO 923/1992. de 17 de julio. por el que se establece el titulo universitario oficial de Ingeniero Químicoy la aprobación de las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél.

[2] RESOLUCIÓN de 20 de septiembre de 2000, de la Universidad de Valencia, por la que se ordena publicar el plan de estudios de Ingeniero Químico, adaptado al Real Decreto 779/1998, de 30 de abril, y elaborado al amparo del Real Decreto de Directrices Generales Propias 923/1992, de 17 de julio.

[3] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

# Plan de mejora de las competencias en lectura, redacción y expresión oral en inglés técnico para estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Aplicación a la redacción y defensa de Trabajos Fin de Grado y Fin de Máster

**Manuel Campoy Naranjo**[1*], Francisco Rodríguez Rubio[2], Mª Carmen Serrano Gotarredona[3], Juana Mª Mayo Núñez[4], Pedro García Haro[1], Pedro Luis González Rodríguez[5], Manuel Silva Pérez[6], Alejandro Marano Marcolini[7], Alejandro Carballar Rincón[8]

([*]mcampoy@us.es)

[1]Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, [2] Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, [3] Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, [4] Departamento de Ingeniería Mecánica y de Fabricación, [5] Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas I, [6] Departamento de Ingeniería Energética, [7] Departamento de Ingeniería Eléctrica, [8] Departamento de Ingeniería Electrónica

Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Camino de los Descubrimientos s/n, Sevilla, España

**Palabras clave:** TFG; TFM; Inglés

## Resumen

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla (y en general en la mayoría de las universidades en España), los Trabajos Fin de Grado (TFG) y Fin de Máster (TFM) se redactan y defienden, en general, en español (aun estando permitido realizarlo en inglés). Esto se debe fundamentalmente a la falta de habilidad/destreza/confianza por parte del estudiante y/o del profesor tutor del Trabajo. Sin embargo, en el Marco Universitario actual, en el que el intercambio de conocimiento entre universidades de todo el mundo es uno de los principales objetivos a conseguir, que los TFG/TFM se realicen en castellano supone una limitación a la difusión y entrenamiento en la competencia del estudiante de expresarse de manera adecuada en el idioma inglés.

Es por eso por lo que, para las titulaciones que se imparten en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, incluyendo las titulaciones de Grado en Ingeniería Química (GIQ), Máster Universitario en Ingeniería Química (MIQ) y Máster Universitario en Ingeniería Ambiental (MIA), se realizó en el curso 2020-21 un Proyecto de Innovación Docente para fomentar que un mayor número de TFG y TFM se redactaran y defendieran en inglés. Para lograr este objetivo, se hicieron las siguientes acciones:

1. Difusión de la redacción y defensa de TFG/TFM en idioma inglés, incluyendo las ventajas que suponen para el alumno desde el punto de vista formativo. La difusión se realizó a partir de los medios disponibles para la Dirección del Centro, como son envío de correos electrónicos, publicidad con cartelería y redes sociales. A partir de la difusión, se convocó una reunión informativa para el alumnado, a la que acudieron un total de 32 estudiantes de distintas titulaciones que se imparten en el Centro. Tras la resolución de dudas, el número total de estudiantes que se involucraron en el proyecto fue de 21, de los que 6 pertenecían al GIQ, MIQ o MIA.
2. Organización de seminarios específicos, mediante la oferta por parte del Centro de las actividades, divididas por titulaciones afines, incluyendo formación sobre lectura comprensiva de textos técnicos y redacción de documentos técnicos en idioma inglés, trabajando de manera específica vocabulario y contenidos en función del área predominante de la titulación que correspondiera (electricidad-electrónica-automática, química-energía-medioambiente, telecomunicaciones, aeronáutica, organización y civil-mecánica-materiales). Esta formación se impartió por profesorado de filología especialista en inglés científico y tecnológico, con una duración de 25 horas para cada grupo de estudiantes.
3. Organización de seminarios específicos individuales para la preparación de la defensa de TFG/TFM en idioma inglés para alumnos próximos a su defensa. Cada una de estas sesiones tuvo una duración de 2 horas, para revisar la presentación y la exposición oral.

Para evaluar el grado de satisfacción de los estudiantes involucrados en este Proyecto de Innovación Docente se realizaron encuestas anónimas entre los participantes, incluyendo preguntas sobre aspectos organizativos, formadores, contenidos, etc., arrojando resultados con una calificación promedio de 7,1 sobre 10. De este modo, se han podido analizar las debilidades y fortalezas del Proyecto en vista de una segunda edición.

# Gamificación en asignaturas de ingeniería. Un primer paso hacia nuevas metodologías de enseñanza- aprendizaje

Juan Salvador Bueno Rodríguez, Dolores Eliche Quesada, Luis Pérez Villarejos, Mª Inmaculada Romero Pulido, Ángel Galán Martín, Sergio Martínez Martínez, **Juan Miguel Romero García***

(jrgarcia@ujaen.es)

Universidad de Jaén, Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales Facultada de Ciencias Experimentales, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, España

**Palabras clave:**

## Resumen

La disrupción tecnológica que experimenta la sociedad actual en el ámbito de las tecnologías de la información no es ajena al aspecto educativo. La implantación del E-learning es un hecho creciente que se ha visto multiplicado durante la pandemia. Sin embargo, la pandemia también ha puesto de manifiesto deficiencias en este sentido, solventadas en parte por una capacidad sorprendente de adaptación de estudiantes y docentes a nuevos entornos y herramientas de enseñanza-aprendizaje.

Una de las herramientas que se describen en la literatura para favorecer la motivación y el aprendizaje activo entre el alumnado es la gamificación. La gamificación conlleva aplicar la mecánica y dinámica de los juegos en otras áreas para motivar y enseñar de una forma entretenida. Así, el mundo educativo y empresarial está utilizado cada vez más esta herramienta para formar a estudiantes y empleados bajo la idea de aprender jugando. Se trata de una herramienta capaz de despertar el interés del alumno, transformando una actividad rutinaria en dinámica y estimulante. Entre los beneficios descritos, se destacan que el estudio es más proactivo y que se optimiza la efectividad del aprendizaje. Además, dentro de la mecánica de la gamificación, se utilizan diferentes formas de recompensa a los usuarios en función de sus logros como, por ejemplo:

- Puntos y clasificaciones por lograr los objetivos, fomentando la competencia.
- Alcanzar niveles o umbrales más altos en función del rendimiento.
- Retos individuales o en equipo orientados a fortalecer la pertenencia.

Las ventajas del uso de la gamificación se han descrito en enseñanzas relacionadas principalmente con Ciencias de la educación, Ciencias humanas y sociales, Tecnologías de la información o con el aprendizaje de una segunda lengua. Sin embargo, los trabajos de gamificación descritos en el ámbito de las ingenierías no relacionadas directamente con las tecnologías de la información resultan minoritarios. A esta escasa implantación hay que añadir las propias reticencias de parte del personal docente a la hora de adoptar nuevas herramientas tecnológicas.

Por otra parte, más allá de las propias ventajas que incorpora el uso de la gamificación, hay que entender también esta herramienta como un medio de trabajo que complementa y desarrolla otras estrategias de enseñanza-aprendizaje. Así, la gamificación aporta valiosos beneficios al modelo pedagógico de la clase invertida (conocida como Flipped Classroom o FC por sus siglas en inglés) que corresponsabiliza al estudiante de su propio aprendizaje, mejorando aspectos como su capacidad de análisis y creatividad. En este proceso resulta fundamental el diseño de las instrucciones y actividades que reciben y realizan los estudiantes, así como del material formativo y encuestas que ejecutan los docentes.

El objetivo general de la propuesta es introducir a estudiantes y docentes de diferentes asignaturas y cursos de ingeniería en la estrategia de gamificación como una herramienta complementaria al desarrollo del modelo Flipped Classroom mediante ABP.

**Agradecimientos**

PIMED26_202123. Proyectos De Innovación Y Mejora Docente De La Universidad De Jaén. Convocatoria 2021 (Plan PIMED-UJA 2019-2023). Vicerrectorado de Coordinación y Calidad de las Enseñanzas. Universidad de Jaén.

# CIDIQ

## VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y DE MATERIALES


coddiQ

CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

**Madrid, 11-13 de julio 2022**