



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación  
Convocatoria 2021/2022

Nº de Proyecto: 55

Inmersión de los estudiantes de Ingeniería Química en un mundo laboral determinado por los ODS mediante aprendizaje basado en el caso con un mentor del ámbito industrial

Responsable del proyecto:

Eduardo Díez Alcántara

Facultad de Ciencias Químicas  
Departamento de Ingeniería Química

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El proyecto titulado “Estrategia para la inmersión de los estudiantes de Ingeniería Química en un mundo laboral determinado por los ODS: Aprendizaje basado en el caso con un mentor del ámbito industrial” se encuadra perfectamente dentro de las líneas prioritarias establecidas por la presente convocatoria. Más específicamente, con la línea 1 (formación del profesorado universitario en competencias digitales), con la línea 3 (fomento de iniciativas de mentoría pedagógica dirigidas a asesorar la práctica docente de profesores de reciente incorporación y/o el proceso de evaluación de la actividad docente), con la línea 4 (fomento de la inserción laboral y el emprendimiento entre los estudiantes), y con la línea 6 (Fomento de una universidad inclusiva, accesible, diversa y enfocada a los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible). Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos generales del proyecto son:

1. Utilizar la mentoría para acercar a los estudiantes a la realidad industrial dominada por los Objetivos para el Desarrollo Sostenible.
2. Fomentar el aprendizaje colaborativo, para lo que los estudiantes trabajarán en grupos de tres personas, número adecuado para asegurar que todos ellos son imprescindibles para el éxito del proyecto.
3. Fomentar la metodología del “aula inversa”, haciendo que los estudiantes tomen decisiones sobre cómo realizar la experimentación en el laboratorio, basándose en los conocimientos adquiridos previamente en las sesiones de aula o mediante trabajo personal. En el laboratorio estarán siempre supervisados por un miembro del equipo de trabajo, de manera que se utilizarán las sesiones de laboratorio para que ellos puedan resolver problemas y plantear dudas al profesor, que está presente en el aula en ese momento.
4. Utilizar la “ludificación” como estrategia para aumentar la motivación de los estudiantes hacia la asignatura.
5. Fomentar la creación de un equipo multidisciplinar de trabajo que favorezca el aprendizaje significativo por parte de los estudiantes.
6. Evaluar la metodología al final del cuatrimestre en aras de la mejora continua.
7. Contribuir a la formación del profesorado en competencias digitales

El primer objetivo se justifica en el intento de tratar de paliar la falta de conexión Universidad-Industria, endémica del sistema educativo español. Los objetivos del 2 al 4, surgen de la necesidad de adaptar el modelo enseñanza-aprendizaje a las características de los estudiantes que se encuentran actualmente cursando el Grado de Ingeniería Química (se sienten más cómodos y atraídos hacia una determinada materia, cuando se les proporciona libertad y autonomía para decidir qué medios quieren utilizar en el proceso de aprendizaje). El objetivo 5 surge de la necesidad de involucrar no solo a los profesores de la asignatura, sino a los diferentes grupos de interés, estudiantes, personal de administración y servicios (técnicos de laboratorio), empleadores del ámbito industria), que pueden contribuir de manera significativa al éxito del proyecto. Finalmente, el objetivo 6 surge de la necesidad de obtener una retroalimentación por parte de los participantes activos del proyecto, para mejorar la metodología para años venideros, y el objetivo 7 surge de la necesidad de irse adaptando al modelo de docencia semipresencial.

Todo esto se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo 1: Definir la estructura de un caso práctico redactado en forma de cuatro problemas secuenciales, que servirá como base para el desarrollo de la asignatura “Operaciones con Sólidos” y que abarque los aspectos más importantes del currículo de esta.
- Objetivo 2: Utilizar hojas de cálculo previamente desarrolladas en Excel para generar los datos de partir de cada problema, y que abarquen la totalidad de los contenidos de la asignatura.
- Objetivo 3: Aplicar el material previamente elaborado en la asignatura “Operaciones con Sólidos”, siguiendo una metodología de aprendizaje basado en casos, en la que se trabajen las competencias transversales de “aprendizaje colaborativo” y “autoaprendizaje”.
- Objetivo 4: Acercar a los estudiantes a la realidad industrial mediante la toma de datos experimentales y la redacción de informes técnicos, siguiendo la mentoría de un profesional del ámbito de una industria relacionada con el manejo de sólidos.
- Objetivo 5: Motivar a los estudiantes mediante la mentoría por parte de estudiantes que cursaron la asignatura en el año anterior.
- Objetivo 6: Introducir al personal en formación en la actividad docente, mediante un proyecto de innovación con docentes experimentados, colaborando en tareas de supervisión de los estudiantes en el laboratorio.
- Objetivo 7: Involucrar a los técnicos de laboratorio en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, lo cual incrementará su motivación, ya que verán una finalidad práctica real al trabajo que realizan.
- Objetivo 8: Desarrollar cuestionarios de elección múltiple y de respuesta abierta que permita al profesor realizar evaluaciones formativas, y al alumno evaluar el nivel de logro alcanzado.
- Objetivo 9: Desarrollar cuestionarios para que los estudiantes pueden evaluar la metodología seguida en la asignatura, para valorar sus puntos fuertes y débiles y establecer acciones de mejora.
- Objetivo 10: Adaptar al profesorado al uso de la herramienta “Microsoft Teams” que será la que se emplee de manera preferente en el campus virtual a partir del curso 21/22.

## 2 Objetivos alcanzados

El objetivo es utilizar el aprendizaje basado en el caso en la asignatura "Operaciones con sólidos" para acercar a los estudiantes a la realidad industrial determinada por la sostenibilidad, mediante un caso práctico con la participación de un mentor del ámbito industrial. En referencia a los objetivos específicos:

- Se ha definido un caso práctico dividido en 4 problemas secuenciales, utilizándose hojas Excel para el manejo de los datos.
- El material desarrollado se ha empleado para la realización del laboratorio de "Operaciones con sólidos", en 4 sesiones distribuidas a lo largo del cuatrimestre.
- Se ha llevado a cabo en una sesión, la mentoría por parte de un mentor del ámbito industrial y miembro del equipo de trabajo del proyecto.
- Durante las sesiones prácticas se ha contado con la participación de estudiantes del curso anterior, que han participado, junto con el personal en formación, activamente en la supervisión de las actividades prácticas.
- Se ha involucrado a la técnica de laboratorio miembro del equipo de trabajo, puesto que ha sido ella la encargada de la puesta a punto de las instalaciones experimentales.
- Se han desarrollado cuestionarios para que los estudiantes evaluaran la metodología seguida.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología está basada en la resolución de un caso práctico por parte de los estudiantes, a lo largo del desarrollo de la asignatura "Operaciones con sólidos". Las etapas que los estudiantes han realizado son las siguientes:

**Etapas 1:** Se parte del sólido inicial (azúcar moreno), por lo que habrá que caracterizar sus propiedades primarias y secundarias (densidad, porosidad, distribución de tamaño de partícula). **Materiales:** azúcar, balanza, probeta de plástico, tamices, alcohol. **Procedimiento:** Determinar haciendo uso de la balanza y de la probeta, la densidad y porosidad. Para ello se utilizará el alcohol para "rellenar los huecos". La distribución de tamaño de partícula se realizará mediante tamizado de una cierta cantidad inicial y pesando las distintas fracciones. Tiempo de tamizado, 10 minutos. Cantidad para tamizar: 100 g.

**Etapas 2:** Es necesario preparar una mezcla con la proporción adecuada de tamaños de partícula para su uso como endulzante. Para ello, es necesario hacer el mezclado tomando ciertas proporciones de las distintas fracciones de tamaño y luego comprobar que la mezcla es satisfactoria (tomando distintas muestras y comprobando que la distribución de tamaño de partícula es igual en todas ellas). **Materiales:** azúcar, balanza, tamices. **Procedimiento:** Mediante la balanza se preparará una muestra compuesta por distintas fracciones de las separadas en la etapa anterior. Posteriormente se procederá al mezclado. La homogeneidad de la mezcla se analizará determinando la distribución de tamaño de partícula de 3 muestras mediante tamizado. Tiempo de tamizado, 10 minutos. Cantidad de cada muestra: 20 g.

**Etapas 3:** Se propone llevar a cabo una molienda en un molino de bolas para aprovechar las partículas de mayor tamaño. Para ello, tras la molienda, es necesario tamizar y determinar la distribución de tamaños para ver si efectivamente la molienda es adecuada. **Materiales:** azúcar, balanza, tamices, molino de bolas. **Procedimiento:** Mediante la balanza se toma una muestra de 20 g de la fracción de azúcar de mayor tamaño. Se muele dicha fracción durante 10 minutos en el molino de bolas. Posteriormente, mediante tamizado se analiza la distribución de tamaño de partícula. Tiempo de tamizado, 10 minutos.

**Etapas 4:** Para asegurar un grado de humedad adecuado del producto final, se propone usar un secadero en lecho fluidizado. Por ello es necesario determinar experimentalmente la curva de fluidización del azúcar en aire. **Materiales:** azúcar, columna de fluidización, compresor de aire. **Procedimiento:** se rellena la columna de fluidización con azúcar hasta una altura de unos 1,5 cm. Se determina la curva de fluidización tanto en sentido ascendente como descendente. Previamente, es necesario calibrar el rotámetro para medir el caudal de aire.

#### **4. Recursos humanos**

Los componentes del proyecto participan en la docencia teórica y práctica de la asignatura Operaciones con Sólidos. Las tareas que han realizado dichos componentes han sido las siguientes:

La definición del caso práctico ha sido realizada por Araceli Rodríguez, Ismael Díaz, Emilio Gómez y Eduardo Díez.

El empleo del material en la asignatura Operaciones con Sólidos ha sido realizado por Eduardo Díez, Ismael Díaz, Araceli Rodríguez y Cinthya Redondo.

La sesión de mentoría industrial ha sido realizada por Santiago Ramos.

La mentoría académica durante las prácticas ha sido realizada por Adrián Gómez, José Luis Leal y Andrea Moreno.

La puesta a punto de las instalaciones experimentales ha sido realizada por Elisa Guerrero.

El desarrollo de los cuestionarios ha sido realizado por Emilio Gómez y José María Gómez.

## **5. Desarrollo de las actividades**

El desarrollo de las actividades ha constado de las siguientes fases:

1. Reuniones iniciales de los profesores implicados en el proyecto para establecer el caso práctico en torno al cual se desarrollará el laboratorio
2. Desarrollo del laboratorio de Operaciones con Sólidos, en 4 sesiones distribuidas a lo largo del cuatrimestre.
3. Desarrollo de la sesión de mentoría industrial. En este caso ha versado sobre el empleo de aditivos para la molienda, por lo que se ha realizado justo después de la tercera sesión de laboratorio.
4. Realización de cuestionarios a los estudiantes mediante "Google Forms"

Las tareas que quedarían pendientes se pueden concretar en:

1. Dar un carácter más lúdico al reto propuesto
2. Reunión de los profesores para evaluar el trabajo realizado por los estudiantes durante todo el curso.
3. Análisis global de los resultados obtenidos para comprobar si se han conseguido los objetivos propuestos y plantear las modificaciones y mejoras que se consideren necesarias.