



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2018

Proyecto N^o. 248

Desarrollo de materiales y herramientas para la aplicación de aula inversa,
aprendizaje colaborativo y autoaprendizaje en asignaturas del Grado y
Máster en Ingeniería Químicas

Responsable: Araceli Rodríguez Rodríguez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto (Máximo 2 folios)

El proyecto titulado “Desarrollo de materiales y herramientas para la aplicación de aula inversa, aprendizaje colaborativo y autoaprendizaje en asignaturas del Grado y Máster en Ingeniería Química” se encuadra dentro de las líneas prioritarias “diseño de herramientas de aprendizaje para las nuevas generaciones de estudiantes”, “internacionalización de la docencia universitaria” y “nuevas metodologías e innovación en enseñanza presencial y enseñanza semipresencial”. Teniendo presente lo anterior, los objetivos generales del proyecto son:

1. Aplicar nuevas metodologías docentes (aula inversa, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en el caso) a las asignaturas Operaciones con Sólidos y Mecánica de Fluidos, teniendo en cuenta las características específicas de la actual generación de estudiantes (generación Z).
2. Favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes, moviéndose hacia niveles superiores de aprendizaje en la taxonomía de Bloom.
3. Tener un punto de partida que permita desarrollar de manera más específica, contenidos relacionados con cada una de las operaciones industriales unitarias relacionadas con el manejo de sólidos y el movimiento de fluidos.
4. Desarrollar de manera progresiva un manual de referencia con los contenidos fundamentales desarrollados en la asignatura Operaciones con sólidos.
5. Desarrollar herramientas para evaluar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes.
6. Facilitar a los alumnos el acceso a bibliografía específica relacionada con las operaciones unitarias que implican el manejo de sustancias sólidas. Introducir a los estudiantes en el manejo de literatura científica.
7. Fomentar el desarrollo de competencias transversales (trabajo en equipo, autoaprendizaje, espíritu crítico) por parte de los estudiantes.

Asimismo, los objetivos específicos del proyecto son:

1. Desarrollo de material escrito tipo “apuntes” de contenidos teóricos recogidos en la guía docente de la asignatura Operaciones con sólidos. Los “apuntes” dedicados a “Reducción de tamaño”, “Aumento de Tamaño” y “Fluidización” ya se encuentran desarrollados.
2. Desarrollo de material escrito tipo “apuntes” de contenidos teóricos recogidos en la guía docente de la asignatura Mecánica de Fluidos.
3. Desarrollo de hojas de cálculo en Excel, para el planteamiento de problemas numéricos múltiples de los principales contenidos de Operaciones con Sólidos y Mecánica de Fluidos. A modo de ejemplo, se muestra en el anexo un ejemplo de hoja desarrollada para el cálculo de evaporadores de doble efecto.
4. Desarrollo de cuestionarios de elección múltiple y de respuesta abierta que permita al profesor realizar evaluaciones formativas, y al alumno evaluar el nivel de logro alcanzado. Ello se hará mediante la aplicación de acceso libre “Socrative” y mediante los cuestionarios asociados a vídeos disponibles en abierto en “Ted Lessons”.
5. Uso del material desarrollado para aplicar la metodología de Aula Inversa en algunas unidades didácticas de Operaciones con Sólidos. Para ello, los estudiantes tendrán a su disposición los materiales previamente desarrollados, con lo que las sesiones de aula se dedicarán a:

- Resolver posibles cuestiones planteadas por los estudiantes
 - Fomentar el debate. Esto es de especial relevancia en la materia Operaciones con Sólidos, ya que es una materia con alta carga de empirismo y de la que existen innumerables publicaciones científicas (muchas de ellas en la revista "Powder Technology").
 - Resolver ejercicios numéricos. Para ello se hará uso de las hojas de cálculo previamente desarrolladas. Con ellas se generarán ejercicios individualizados para cada estudiante, de manera que puedan trabajar en equipo ya que alumno uno será responsable de su ejercicio, único para él.
 - Corregir ejercicios numéricos. Mediante esta actividad se tratará de fomentar el espíritu crítico. Para ello, los ejercicios prácticos serán corregidos en el aula por los propios estudiantes, y serán ellos mismos los que los evalúen utilizando un sistema de "evaluación por pares".
6. Utilizar el material desarrollado para aplicar la metodología de Aula Inversa en algunas unidades didácticas de Mecánica de Fluidos. En este caso, debido al perfil del estudiante, solamente se aplicará esta metodología a contenidos sencillos como "sedimentación" y "filtración" o "agitación".
 7. Proporcionar a los alumnos material adecuado, de manera que puedan practicar aquellos ejercicios numéricos más importantes (hojas de cálculo) de manera autónoma.

2 Objetivos alcanzados (Máximo 2 folios)

Tal y como se ha mencionado en el primer apartado, el objetivo principal de este proyecto de innovación educativa es la aplicación de nuevas metodologías docentes a las asignaturas Operaciones con Sólidos y Mecánica de Fluidos, teniendo en cuenta las características específicas de la actual generación de estudiantes.

En referencia a los objetivos específicos:

- En el proyecto anterior ya se habían desarrollado los contenidos de las unidades didácticas “Almacenamiento” y “Limpieza de Gases” de la asignatura Operaciones con sólidos y “Flujo Compresible” de la asignatura “Mecánica de Fluidos”. En este proyecto se han desarrollado los contenidos de las unidades didácticas “Fluidización” y “Transporte de sólidos”. Asimismo, se ha continuado haciendo uso de la información publicada en “Powder Technology” (revisiones, correlaciones empíricas) para reforzar el aprendizaje por parte de los alumnos en Operaciones con sólidos.
- Se han desarrollado hojas de cálculo específicas para las unidades de “Flujo Compresible”, “Fluidización” y “Transporte neumático de sólidos”. Estas hojas pueden servir bien para proponer ejercicios a los estudiantes o bien, debidamente modificadas, para que ellos las utilicen como herramienta de autoaprendizaje.
- Se han desarrollado cuestionarios utilizando la herramienta “Socrative” de las unidades didácticas, flujo incompresible en redes y canales abiertos, flujo compresible, y flujo externo en la materia Mecánica de Fluidos y Reología de sólidos en la materia Operaciones con sólidos. Junto a preguntas sobre los contenidos en cada una de las unidades se ha chequeado la satisfacción del alumno con el profesor, y con la materia, cuestionando la comprensión de los contenidos.
- Se ha implantado la metodología de “aula inversa” en la unidad de “Almacenamiento” y se ha seguido utilizando en el seminario sobre caracterización de sólidos, en la materia dentro de Operaciones con sólidos

3. Metodología empleada en el proyecto (Máximo 1 folio)

En la actualidad, la práctica docente debe seguir una metodología adaptada al EEES basada en el aprendizaje autónomo y la adquisición de competencias relevantes para el ámbito laboral.

En el Grado en Ingeniería Química, se plantea un cambio en el modelo educativo pasando de la “enseñanza en grupo” a la “enseñanza específica para satisfacer necesidades concretas”, con el apoyo de diferentes herramientas desarrolladas en las plataformas digitales utilizadas por la UCM (foro de discusión, módulos de contenidos, grupos de trabajo, etc.) Este cambio de modelo educativo tiene una repercusión positiva en el alumno, aumentando su autonomía de trabajo, haciéndole capaz de asumir responsabilidades y de desarrollar ideas propias, y desarrollando habilidades como la capacidad de liderazgo y de trabajo en equipo.

Para lograr los objetivos propuestos en las asignaturas “Operaciones con sólidos” y “Mecánica de fluidos” se han desarrollado, mediante Power Point, materiales interactivos (vídeos, presentaciones), y mediante Excel, hojas de cálculo que tendrán una doble función, tal y como se ha comentado anteriormente. Adicionalmente, se ha hecho uso de presentaciones comerciales, en concreto presentaciones comerciales sobre equipos de caracterización de sólidos dirigidas a distintos ámbitos de uso. Todo ello, con el objetivo de poder utilizar la propuesta en este proyecto para favorecer el autoaprendizaje de los estudiantes.

Para el desarrollo de sesiones de aula inversa se han utilizado videos procedentes de distintas fuentes, *TED lessons*, páginas de divulgación de contenidos científico-ingenieriles en canales como *Practical Engineering, engineering.com*

Asimismo, se ha continuado con el sistema de evaluación ya implantado anteriormente, de manera que los estudiantes sean capaces de evaluar los ejercicios numéricos de sus compañeros de manera que se fomenten competencias transversales tales como la responsabilidad y el espíritu crítico.

Es importante destacar que la principal tarea pendiente sería la finalización del manual con los principales contenidos de “Operaciones con sólidos”. Esto tiene especial relevancia si se tiene en cuenta la ausencia de literatura en lengua española relacionada con esta materia. Otra tarea pendiente sería la finalización de las encuestas empleando la herramienta “Socrative”, haciéndola extensiva a todas las unidades didácticas como herramienta de seguimiento y autoevaluación.

4. Recursos humanos (Máximo 1 folio)

Los componentes del proyecto participan en la docencia teórica y práctica de las asignaturas “Operaciones con sólidos” y “Mecánica de Fluidos”. Las tareas que han realizado dichos componentes serán las siguientes:

El desarrollo de los nuevos contenidos de las unidades didácticas ha sido realizado por Araceli Rodríguez, Eduardo Díez y José María Gómez.

El desarrollo del sistema de evaluación por pares fue desarrollado por Araceli Rodríguez y Eduardo Díez y ha sido puesto en práctica por Araceli Rodríguez y Eduardo Díez.

El desarrollo de las hojas de cálculo ha sido llevado a cabo por José María Gómez y Araceli Rodríguez.

Finalmente, el desarrollo del manual con los contenidos de “Operaciones con Sólidos” está siendo llevado a cabo por Araceli Rodríguez, Eduardo Díez e Ismael Díaz.

5. Desarrollo de las actividades (Máximo 3 folios)

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

1. Reuniones iniciales de los profesores implicados en el proyecto para fijar los contenidos y las hojas de cálculo y el material interactivo a desarrollar.
2. Desarrollo de las hojas Excel. Se adjunta como anexo un ejemplo de la hoja de cálculo correspondiente a “Flujo compresible”.
3. Desarrollo de las clases con el material previamente elaborado, aplicando la metodología de aula inversa, con el apoyo de la plataforma Moodle (encuestas, foros de discusión).
4. Simultáneamente, continuación del desarrollo del manual de contenidos de “Operaciones con sólidos”

Las tareas que quedarían pendientes se pueden concretar en:

1. Continuación del desarrollo del manual de “Operaciones con sólidos”.
2. Continuación del desarrollo de las encuestas empleando la herramienta “Socrative”
3. Reunión de los profesores para evaluar el trabajo realizado por los estudiantes durante todo el curso.
4. 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.

6. Anexos

Ejemplo de la hoja de cálculo correspondiente a “Flujo compresible”.

CÁLCULO DEL CAUDAL DESCARGADO POR UNA TOBERA AMPLIADA							
DATOS DE PARTIDA		T1 (°C)	65	GAMMA	1.4	M	28.84
		P1 (kPa)	290	D2 (cm)	10.00	S2 (m2)	0.0079
				Dg (cm)	7.50	Sg (m2)	0.0044
CÁLCULOS INTERMEDIOS		R laval	0.5283	Pg laval (kPa)	153.20	Vsg (m/s)	337.2
		ρ 1 (kg/m3)	2.98	ρ glav (kg/m3)	1.8868	mmax (kg/s)	2.8104
RESOLUCIÓN DE LA TOBERA		p2 dis (kPa)	33.66	p2 lim (kPa)	266.44		
		ρ 2 (kg/m3)	0.6392	ρ 2 (kg/m3)	2.8015		
		v2 (m/s)	559.8	v2 (m/s)	127.7		
		vs 2 (m/s)	271.5	vs 2 (m/s)	364.9		
		Ma	2.06	Ma	0.350		
		error m	8.88178E-16	error m	9.1103E-06		
Pext (kPa)	P2 (kPa)	ρ 2 (kg/m3)	V2 (m/s)	m (kg/s)	m/mmax	Vs2 (m/s)	Ma2
280	280.000	2.9027	82.5	1.8805	0.6691	367.5	0.2245
270	270.000	2.8282	117.4	2.6079	0.9279	365.6	0.3211
266.4	266.438	2.8015	127.7	2.8104	1.0000	364.9	0.3500
250	250.000	2.6770	168.3	2.8104	1.0000	361.6	0.4654
200	200.000	2.2825	262.1	2.8104	1.0000	350.2	0.7483
33.7	33.660	0.6392	559.8	2.8104	1.0000	271.5	2.0618
20	33.660	0.6392	559.8	2.8104	1.0000	271.5	2.0618
$V_2^2 = 2 \cdot \frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)$		$V_s = \sqrt{\gamma \cdot p \cdot v} = \sqrt{\gamma \cdot \frac{p}{\rho}}$		$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$		$m = \rho_2 S_2 \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \frac{p_1}{\rho_1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]}$	
$\left(\frac{p_2}{p_1} \right)_c = \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$							

Socrative: Flujo incompresible de la asignatura Mecánica de Fluidos.

Flujo incompresible - Wed Mar 06 2019

Mostrar nombres Mostrar respuestas

Nombre ↑	Puntuación (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*****	38%	A	B	B	D	B	D		D	B	A
*****	75%	A	B	C	A	B	E	D	B	B	A
*****	50%	A	B	B	A	E	C	A	B	B	A
*****	75%	A	B	C		C	D		B	B	A
*****	88%	A	B	C	A	C	C	D	B	C	A
*****	63%	A	D	C	A	A	C	D	B	B	A
*****	50%	A	B	D	A	E	E	D	E	B	A
*****	63%	B	C	C	A	A	D	D	B	A	A
*****	75%	A	B	B	A	C	E	D	B	B	A
*****	50%	A	B	A	A	C	B	A	E	B	A
*****	38%	A	B	B	B	D	D	B	E	C	A
*****	50%	A	B	C	B	C	E	B	C	B	A
*****	63%	A	B		A		C	D	B		A
*****	38%	A	D	D	A	C	B	C	D	C	A
*****	38%	A	B	B	A	A	C	C	A	B	A
*****	75%	A	B	B	A	C	D	D	A	C	
*****	0%	B	A	A	D	E	E	C	E	B	A
*****	63%	A	B	C	A	A	C	D	A	B	A
*****	88%	A	B	C	A	C	E	D	B	B	A
*****	38%	A		D	A	D	E	A	B	C	
*****	13%	D	B	B	D	A	C	A	E	C	A
*****	50%	A	B	C	A	A	B	B	E	B	A
*****	75%	A	B	D	A	C	D	D	C	C	A
*****	63%	A	B	D	A	C	B	D	A	B	A
*****	88%	A	B	C	A	C	D	D	E	B	A
*****	38%	A	B	D	A	A	C	C	A	B	A
*****	75%	A	B	D	A	C	D	C	B	C	A
*****	38%	A	B	D	C	E	E	A	B	C	A
*****	38%	B	C	C	A	A	C	D	E	B	A
*****	88%	A	B	C	A	C	E	D	B	B	A
*****	75%	A	B	C	C	E	D	D	B	B	A
*****	88%	A	B	C	A	E	D	D	B	B	A
*****	50%	B	C	C	A	A	C	D	B	B	A
*****	63%	B	A	C	A	C	D	D	A	B	A
*****	25%	A	B	B	B	B	B	B	E	C	A
*****	38%	A	C	D	A	E	C	A	B	B	A
*****	75%	A	B	D	A	C	E	D	B	B	A
*****	75%	A	B	D	A	C	E	D	B	B	A
*****	63%	A	A	C	A	C	E	D	E	B	A
*****	88%	A	B	C	A	E	D	D	B	B	A
Total de clase		85%	77%	46%	79%	44%	30%	61%	50%		

Pincha en los números de las preguntas o los porcentajes totales de clase para vistas más detalladas.

Preguntas 1 a 8: Relacionadas con contenidos de la unidad didáctica.

Pregunta 9: ¿Ha comprendido los conceptos desarrollados en el tema 5?

- A) Todo B) Casi todo C) Prácticamente nada D) Nada

Pregunta 10: ¿Esta satisfech@ con la labor de la profesora?

- A. Sí, es respetuosa en el trato a los alumnos, conoce el contenido y lo transmite.
 B. Si, aunque conoce el contenido, y es respetuosa con los alumnos, no sabe transmitir.
 C. Aunque es respetuosa con los alumnos, no conoce el contenido.
 D. Ni es respetuosa con los alumnos, ni conoce el contenido.