

**POTENCIANDO COMPETENCIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA
ASIGNATURA “INGENIERÍA DE PROCESOS Y PRODUCTOS
(SUSTAINABLE IPP)**

**María González-Miquel*, Ismael Díaz, Manuel Rodríguez, Emilio J. González,
Ramón López, Juan Sánchez**

Educational Innovation in Chemical Engineering (EIChe)
Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Universidad Politécnica de Madrid

*e-mail: maria.gonzalezmiquel@upm.es

Resumen. *El principal objetivo del presente proyecto de innovación educativa consiste en implementar un plan de actuación para potenciar la percepción del concepto de sostenibilidad en la asignatura “Ingeniería de Procesos y Productos”, así como la concienciación del alumnado acerca de su capacidad para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad como Ingenieros Químicos. La integración de aspectos clave relacionados con Ingeniería Sostenible se ha llevado a cabo mediante aprendizaje activo basado en proyectos enfocados a la creación, diseño y evaluación de sistemas productivos sostenibles considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Además, esta metodología se ha complementado con actividades de aula invertida y gamificación para potenciar competencias transversales fundamentales para el desarrollo profesional del alumnado.*

Palabras clave: Aprendizaje Orientado a Proyectos, *Design-Thinking*, Materias básicas en ingeniería y arquitectura, Evaluación de competencias transversales, Aula Invertida, Gamificación, Video educativo, Aprendizaje Activo, Calidad en la enseñanza.

1. Introducción

Las nuevas generaciones de Ingenieros Químicos juegan un papel fundamental en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas [1], impulsando iniciativas relacionadas con el crecimiento económico sostenido y la protección del medio ambiente [2]. Por ello, es necesario recurrir a metodologías que refuercen el pensamiento para el diseño sostenible [3], fomentando el empleo de nuevas tecnologías y el trabajo en entornos colaborativos, mediante el aprendizaje basado en casos prácticos relevantes. En este sentido, la asignatura de "Ingeniería de Procesos y Productos" (IPP), que se imparte en 4º curso del Grado de Ingeniería Química (GIQ), resulta crítica para la formación de los Ingenieros Químicos; en concreto, en ella se ponen en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el GIQ, aplicándolos en el diseño de sistemas de producción que satisfagan las necesidades de la sociedad.

En este contexto, la implementación de nuevas metodologías de trabajo que inculquen los fundamentos en los que se basa la Ingeniería Química Sostenible (**Figura 1**) resulta imprescindible para la formación de los Ingenieros Químicos del futuro. Para alcanzar este objetivo, se plantearon una serie de proyectos de innovación educativa (PIE) para adaptar la asignatura IPP a nuevas modalidades de enseñanza. En particular, durante el curso 2017/2018 se desarrolló exitosamente un PIE centrado en aula invertida para ilustrar el empleo de nuevas herramientas de simulación de procesos (Aspen Plus) en el diseño de procesos y productos. En este nuevo PIE, que se desarrolla durante el curso 2018/2019, se pretende dar un paso más apostando por un plan de actuación que impulse la mejora de la percepción del concepto de sostenibilidad entre nuestros estudiantes.

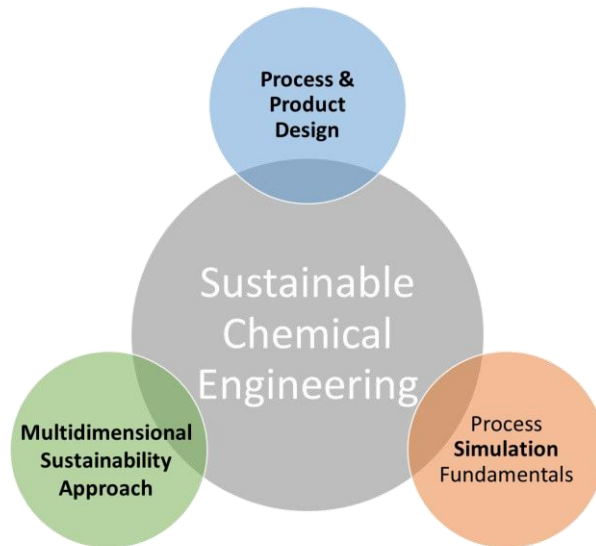


Figura 1. Fundamentos de Ingeniería Química Sostenible a potenciar en la asignatura “Ingeniería de Procesos y Productos”

2. Objetivos y Metodología

Los objetivos específicos que se persiguen con el desarrollo del presente proyecto de innovación educativa son:

- Fomentar la educación para el desarrollo sostenible introduciendo criterios ambientales que complementen a los criterios tecno-económicos en el diseño de nuevos procesos químicos.
- Promover el aprendizaje para el diseño y evaluación de nuevos procesos y productos químicos sostenibles mediante la resolución de problemas abiertos de ingeniería química.
- Potenciar capacidades técnicas (*hard skills*) relacionadas con el manejo de herramientas computacionales para el diseño de procesos y productos.
- Potenciar habilidades interpersonales (*soft skills*) para fomentar capacidades relacionadas con la comunicación, el liderazgo, la creatividad y el trabajo en equipo, indispensables para los profesionales de las nuevas generaciones.

Para llevar a cabo la integración de los principios y valores de la sostenibilidad en la asignatura de IPP, se emplea la metodología de *design thinking* centrada en la resolución de problemas abiertos de diseño de procesos y productos químicos sostenibles mediante aprendizaje activo fomentando la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Asimismo, lo largo de todo el proyecto, esta tipología de aprendizaje basada en *design thinking* se complementa con otras metodologías docentes como aula invertida (a través de actividades de carácter audiovisual como video-tutoriales o screencasts), el aprendizaje basado en proyectos (mediante la aplicación práctica de los contenidos académicos) y actividades de gamificación (emulando el entorno de equipos de trabajo reales y el aprendizaje en entornos colaborativos). La **Figura 2** resume las metodologías empleadas para la potenciación de competencias en la asignatura “Ingeniería de Procesos y Productos”.

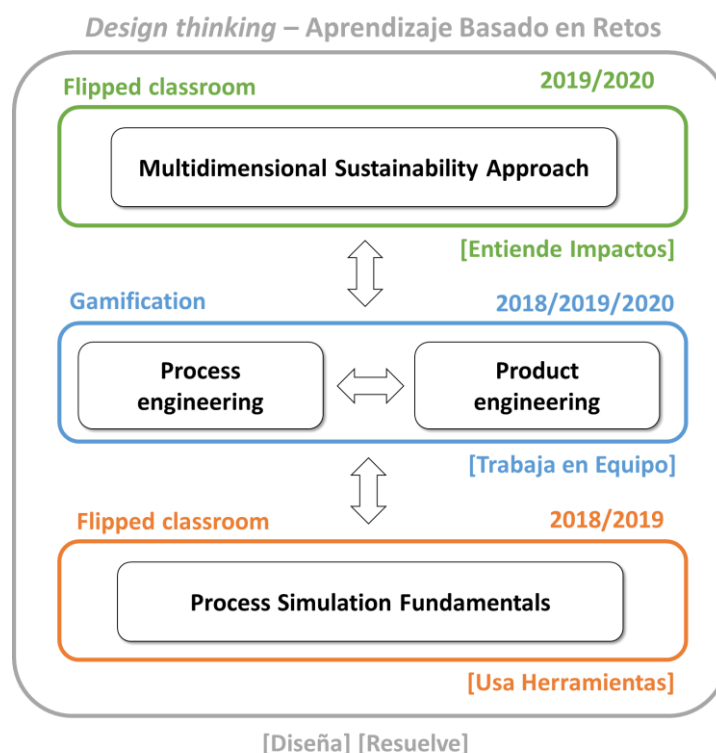


Figura 2. Metodologías empleadas para la potenciación de competencias en la asignatura “Ingeniería de Procesos y Productos”

3. Plan de actuación

El planteamiento de este proyecto supone un paso más en el refinamiento del enfoque didáctico de la asignatura IPP, potenciando un carácter fundamentalmente práctico que prepare a los alumnos del grado en Ingeniería Química para el ámbito profesional. En este sentido, se establece un plan de actuación para impulsar la mejora de la percepción del concepto de sostenibilidad entre nuestros estudiantes de Ingeniería Química, así como la concienciación acerca de su capacidad de contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad como futuros profesionales.

En concreto, se introducen contenidos fundamentales relacionados con el carácter multidimensional de la sostenibilidad, enfocados al diseño de nuevos procesos y productos químicos medioambientalmente amigables, económicamente viables y que generen un impacto positivo en la sociedad actual (**Figura 3**). Asimismo, se enfatiza el papel esencial de la Ingeniería Química en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, se introduce la filosofía de la Química Verde a través de sus 12 principios dirigidos al diseño de procesos y productos químicos de bajo impacto ambiental. También se introducen los conceptos de Economía Circular y Bioeconomía, para promover estrategias productivas basadas en el aprovechamiento y reutilización de recursos, así como la producción de energía y compuestos químicos de carácter renovable. Todo ello fomentará la conciencia medioambiental del alumnado y la educación para la sostenibilidad. Paralelamente, se consolidarán nuevas metodologías fundamentadas en *design thinking*, promoviendo el aprendizaje basado en proyectos y el desarrollo de actividades en entornos colaborativos. Además, se promoverá el empleo de herramientas computacionales avanzadas (simulador de procesos Aspen Plus) y se continuarán implementando actividades relacionadas con aula invertida y gamificación que potencien el desarrollo de las capacidades transversales de los estudiantes para resolver problemas reales de la industria química desde la perspectiva de la sostenibilidad.

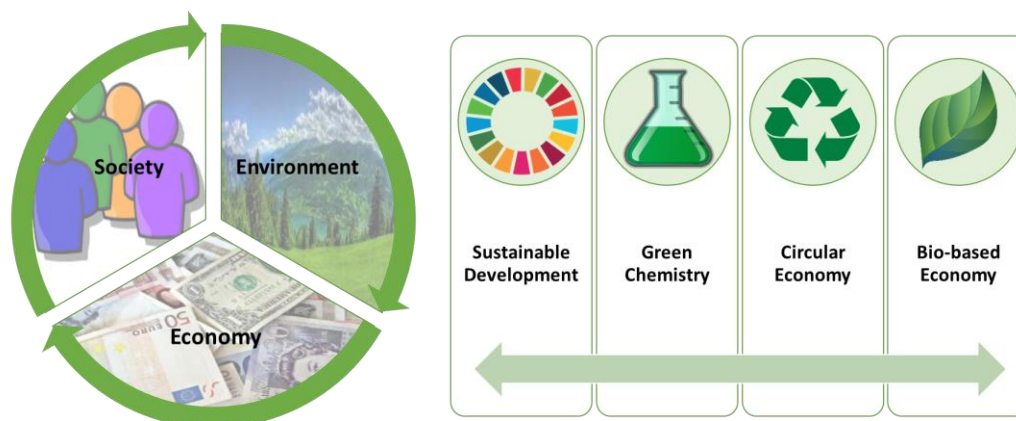


Figura 3. Aspectos clave para potenciar el concepto multidimensional de sostenibilidad en la asignatura “Ingeniería de Procesos y Productos”

El proyecto de innovación educativa ha comenzado a implantarse en el primer cuatrimestre del curso 2019/2020, durante el que se están realizando las siguientes modificaciones sobre la asignatura:

- Aula invertida para un aprendizaje activo sobre los fundamentos del Desarrollo Sostenible, Química Verde e Ingeniería Sostenible (mediante materiales en formato multimedia tales como videotutoriales, screencasts y test de concepto).
- Aprendizaje basado en proyectos enfocados al diseño de Procesos y Productos sostenibles (diseño, simulación y evaluación de biorrefinerías para producción de compuestos de alto valor añadido empleando disolventes de bajo impacto ambiental, considerando cuestiones técnicas, económicas y ambientales).
- Actividades de gamificación para promover la participación del alumnado (los alumnos defenderán sus proyectos asumiendo distintos roles y se establecerán debates desde distintas perspectivas de las cadenas de suministro y demanda)

4. Conclusiones

En el presente proyecto se ha implementado un plan de actuación que potencia la percepción de la sostenibilidad en la asignatura de “Ingeniería de Procesos y Productos”. La integración de aspectos clave relacionados con la Ingeniería Sostenible se ha llevado a cabo mediante aprendizaje activo basado en proyectos enfocados a la creación, diseño y evaluación de sistemas productivos sostenibles considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Además, esta metodología se ha complementado con actividades de aula invertida para introducir el concepto multidimensional de sostenibilidad, y profundizar en cuestiones fundamentales como Objetivos de Desarrollo Sostenible, Química Verde, Economía Circular y Bioeconomía, en las que la contribución de los Ingenieros Químicos del futuro juega un papel esencial. Por último, cabe resaltar que las actividades planificadas suponen un marco para el desarrollo de competencias transversales tales como creatividad, liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, empleo de nuevas tecnologías, capacidad crítica y conciencia medioambiental.

Referencias

- [1] United Nations (UN) General Assembly (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperado de: www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html.
- [2] Anastas, P.T.; Warner, J.C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press: New York.
- [3] Adomšent, M.; Hoffmann, T. (2013). *El concepto de competencias en el contexto de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)*. Red de expertos de EDS.