

ENSEÑANZA
DE LA QUÍMICA



M. Jiménez-Rosado¹



J.A. Lebrón²



V. Perez-Puyana¹



F.J. Ostos³

Empleo de la metodología ABP en la docencia de la Universidad de Sevilla como una herramienta clave para la aplicación de la economía circular en la industria

Mercedes Jiménez-Rosado , José Antonio Lebrón ,
Víctor Perez-Puyana y Francisco José Ostos

Resumen: La economía circular se está convirtiendo en uno de los conceptos más importantes en la economía mundial debido a los grandes beneficios medioambientales que presenta. No obstante, la falta de personal cualificado en esta área está provocando un gran rechazo en el sector industrial. Es por ello que la Universidad de Sevilla está incluyendo docencia dedicada a la economía circular en su formación académica. En este contexto, el objetivo de este trabajo es dar a conocer los aspectos clave de la docencia sobre economía circular llevada a cabo en la Universidad de Sevilla.

Palabras clave: Economía circular, Universidad de Sevilla, docencia, formación, medio ambiente.

Abstract: Circular economy is becoming one of the most important concepts in the world economy due to the great environmental benefits it presents. However, the lack of qualified personnel in this area is causing a great rejection in the industrial sector. In this way, University of Sevilla is including teaching dedicated to the circular economy in its academic training. In this context, the objective of this work is to publicize the key aspects of the circular economy teaching carried out at the University of Sevilla.

Keywords: Circular economy, University of Sevilla, teaching, education, environment.

¹ Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sevilla, Facultad de Química, 41012 Sevilla, España

² Departamento de Química Física, Universidad de Sevilla, Facultad de Química, 41012 Sevilla, España

³ Departamento de Bioquímica Médica, Biología Molecular e Inmunología, Universidad de Sevilla, Facultad de Medicina, 41009 Sevilla, España

C-e: fostos@us.es

Recibido: 07/07/2021.

Aceptado: 04/10/2021

ORCID: 0000-0002-5164-838X, ORCID: 0000-0002-6938-3690, ORCID: 0000-0001-5309-9647, ORCID: 0000-0001-6583-6974

Introducción

Hoy en día, el principal motivo del aumento de los costes de producción está relacionado con la compra de derechos de emisiones de gases responsables del efecto invernadero. Entre ellos destacan, el dióxido de carbono, metano, vapor de agua, óxido nitroso, etc. Una consecuencia directa de este hecho ha dado lugar a un incremento notable del precio de la factura de la electricidad en España.

La forma más eficaz de reducir esta contaminación consiste en optimizar el proceso industrial de fabricación de un producto. Este principio se engloba dentro de lo que se conoce como economía circular. La economía circular es una estrategia de producción y consumo que reduce tanto la entrada de materias primas como la salida de residuos (Figura 1). Esto implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para otorgar a este producto un valor añadido.^[1]

De esta forma, en marzo de 2020, se presentó en la Comisión Europea una nueva estrategia industrial para el diseño de productos más sostenibles. Esta propuesta se en-

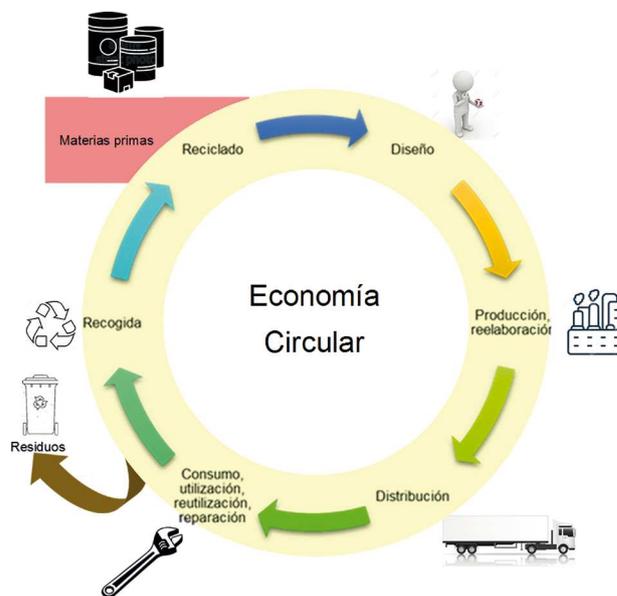


Figura 1. Representación del concepto de economía circular.

cuentra enmarcada dentro del Pacto Verde Europeo, donde se presta especial atención a los sectores más intensivos en recursos. Éste se define como el plan de acción que permitirá la estimulación de una economía circular, reduciendo el impacto ambiental negativo y recuperando la biodiversidad.^[2]

El plan de acción anteriormente propuesto fue aprobado por el parlamento europeo en febrero de 2021. Uno de los grandes avances que se llevarán a cabo con el desarrollo de este plan es la reducción de la huella de carbono. Este propósito también fue acordado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático dentro del acuerdo de París del 22 de abril de 2016.^[3]

La aplicación de estas nuevas estrategias de producción está generando un importante rechazo en el sector industrial, no solo por el coste económico adicional asociado sino también por la falta de personal cualificado y adaptado a los nuevos esquemas de producción.

La línea estratégica adoptada por la Universidad de Sevilla para abordar la falta de personal cualificado es incrementar la oferta formativa de asignaturas que imparten temas relacionados con la economía circular, de esta forma las próximas generaciones de egresados tendrán un amplio conocimiento de esta materia y podrán aplicarla, repercutiendo en un impacto beneficioso para el medio ambiente.

Docencia dedicada a la economía circular

Lo primero a tener en cuenta es que la economía circular es un proceso que debe tratarse desde su aspecto ambiental, económico y social. En este sentido, no solo se encuentran asignaturas enfocadas a la economía circular en carreras de Ingeniería y Arquitectura, sino que también están presentes en Ciencias y Ciencias Sociales.^[4,5] La distribución de créditos en estos sectores se muestra en la Figura 2. Como se puede observar, tanto en Grados como en Másteres de la Universidad de Sevilla, la mayor parte de los créditos centrados en algún aspecto de la economía circular se encuentran en Ingeniería y Arquitectura (177 y 68 créditos en Grados y Másteres, respectivamente). Esto se debe a carreras como el Grado en Ingeniería Química, el Grado en Ingeniería Química Industrial, el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, el Máster Universitario en Ingeniería Ambiental o el Máster Universitario en Ingeniería Química. No obstante, como se ha comentado antes, también se pueden encontrar asignaturas en el Grado en Economía, el Máster Universitario en Economía y Desarrollo, el Grado en Biología, el Grado en Química y el Máster Universitario en Estudios Avanzados en Química, contabilizando 35 créditos en Ciencias Sociales (24 en Grados y 11 en Másteres) y 39 créditos en Ciencias (27 en Grados y 12 en Másteres).

Si se observan detalladamente las asignaturas dedicadas a algún aspecto de la economía circular, cabe destacar que en los Grados estas asignaturas se encuentran localizadas en los últimos años de la carrera, normalmente

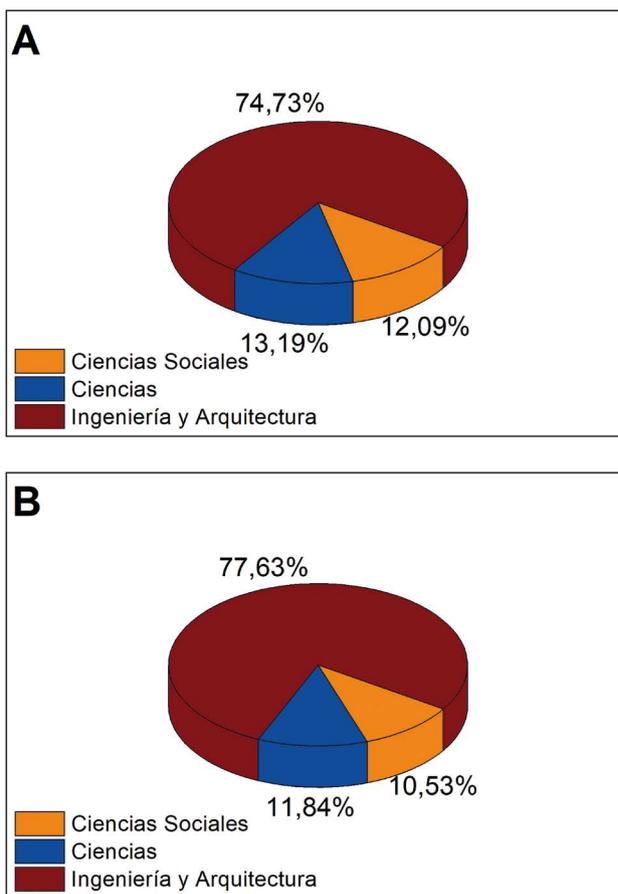


Figura 2. Distribución de créditos basados en la economía circular en Grados (A) y Másteres (B) para los diferentes sectores.

en el cuarto año. Además, la mayoría de las asignaturas son optativas (73 y 68 % en Grados y Másteres, respectivamente). Esto se debe a dos aspectos clave. En primer lugar, para entender la economía circular es necesario tener una base arraigada de los conceptos básicos de cada carrera para poder aplicarla correctamente. Esto hace que su enseñanza se retrase a los últimos años de Grado o a su especialización en Máster. Por otro lado, son asignaturas de reciente implantación que no están completamente arraigadas, por lo que se está probando su aplicación en asignaturas optativas para conocer el interés del alumnado en esta especialización.

Estrategias para enseñar economía circular

Aunque existen muchas metodologías de aprendizajes, la mayoría de las asignaturas que se centran en la economía circular optan por la misma estrategia: el aprendizaje basado en problemas (ABP). Esta metodología tiene como principio el aplicar problemas del mundo real para promover el aprendizaje de los conceptos por parte de los estudiantes.^[6]

La elección de esta metodología no es al azar, sino que se escoge debido a la actual preocupación por el cambio hacia una economía circular. De esta forma, los docentes se ayudan de los intereses personales de los estudiantes para motivarlos y así alcanzar los objetivos de la asignatura de una forma más efectiva. Además, este tipo de aprendizaje promueve el desarrollo del pensamiento crítico, las habilidades de comunicación y la capacidad de resolución de problemas, haciendo que los estudiantes estén altamente cualificados para su incorporación al sector industrial.^[7]

De esta forma, las clases tienen una estructura similar, donde se explican los conceptos claves a tener en cuenta de la economía circular (o algún aspecto de ésta) y se plantean problemas donde los alumnos deben tomar decisiones razonadas y defenderlas sobre cómo implementarían la economía circular y por qué.

Así, los problemas planteados tienen un mismo esquema. En primer lugar, se plantea un contexto real en el que se debe resolver el problema. Este contexto depende de la modalidad a la que se plantea el problema. Por ejemplo, si es un Grado en Economía el contexto y problema a resolver tendrá que ver con reducir los costes de producción o calcular la amortización que supondría a una empresa el uso de la Economía Circular. Por otro lado, si este problema se plantea en el Grado en Ingeniería Química, el contexto y problema estarán orientados a la optimización del proceso (maquinaria y energía), al uso de la materia prima o la revalorización de residuos. Esta contextualización ayuda a los estudiantes a saber dónde buscar información para la resolución del problema. En cuanto a herramientas, los alumnos se ayudan en gran medida con los conocimientos aprendidos en asignaturas previas, donde aprenden los conceptos que ven aplicados en asignaturas de este estilo. Por otro lado, debido a la gran implantación de internet en las nuevas generaciones de alumnos, éste puede ser de gran ayuda para la búsqueda de información, pudiendo contactar con especialistas en el mismo sector que han tenido que pasar por problemas similares. Así, no solo aprenden a solucionar el problema, sino que realizan contactos profesionales que pueden servirles de ayuda para su futura inmersión profesional. Por otro lado, también se pueden realizar foros de debate entre los alumnos para que se ayuden entre ellos con los problemas que le van surgiendo durante el desarrollo de la asignatura. De esta forma realizan una retroalimentación que beneficia a todos.

Finalmente, para evaluar a los alumnos se plantean normalmente dos alternativas, las cuales se llevan a cabo de forma individual o en grupos reducidos:

- Realización de un trabajo sobre una problemática particular. En este caso el alumno o grupo de alumnos tienen un problema específico que tienen que ir resolviendo durante el transcurso de la asignatura para después defender cómo lo han solucionado.
- Realización de un examen. Esta alternativa se lleva a cabo por lo general de forma individual, tratándose en una serie de casos prácticos que el alumno tiene que solventar a través de los conocimientos adquiridos en la asignatura.

Cabe destacar que, aunque ésta sea la estrategia más aplicada en la Universidad de Sevilla, no es la única. De esta forma, también se pueden encontrar asignaturas donde prima el aprendizaje vicario o las clases magistrales.

Otro aspecto a tener en cuenta es el incremento en el uso de las redes sociales por parte de los alumnos.^[8] Esta herramienta puede mejorar el interés de los alumnos por las asignaturas, creando contenido adaptado a estas redes que sea de fácil acceso para los estudiantes. Así, cada vez más profesores utilizan Tik-Tok, Instagram o Facebook para acercarle el conocimiento a sus estudiantes.^[9]

Conclusiones

El reciente interés por fomentar una economía circular se ve reflejado en la alta cantidad de iniciativas y normativas que han ido apareciendo en los últimos años. No obstante, este cambio no se puede llevar a cabo sin profesionales que dominen los conceptos clave a tener en consideración y que estén familiarizados con estos cambios. De esta forma, las universidades, y en especial, la Universidad de Sevilla, ha tenido en cuenta este cambio y lo ha tomado como un reto a superar. Así, se han implementado o modernizado asignaturas para que traten sobre diferentes aspectos de la economía circular, estando aplicadas en mayor medida en carreras de la rama de Ingeniería y Arquitectura. Además, también se ha tenido en cuenta la transversalidad que se necesita para que el cambio hacia una economía circular sea una realidad. Por este motivo, también se han incorporado asignaturas afines en carreras de la rama de Ciencias Sociales y Ciencias.

Sin embargo, aunque por ahora estas asignaturas están solventando la problemática de falta de personal cualificado en economía circular, aún falta un gran camino por recorrer, siendo necesario la consolidación de estas asignaturas como obligatorias en muchas carreras donde su intención final es el trabajo en la industria. En este sentido, el uso de estrategias ABP está aumentando el interés del alumnado por este tipo de asignaturas debido al aprendizaje aplicado que este supone, mejorando sus posibilidades profesionales.

Agradecimientos

A los autores les gustaría agradecer la financiación otorgada para el contrato predoctoral de Mercedes Jiménez-Rosado (FPU2017-01718, Ministerio de Educación y Formación Profesional) y los contratos postdoctorales de Víctor Pérez-Puyana y Francisco José Ostos (PAIDI-DOCTOR, Junta de Andalucía) y de José Antonio Lebrón (Fundación ONCE, financiada por el Fondo Social Europeo). Además, los autores quieren agradecer a la Universidad de Sevilla por el proyecto de divulgación científica (Ref. 2021/00000892) otorgado por las Ayudas para Actividades de Divulgación Científica. (III.3 – VIPPI-US).

Bibliografía

- [1] W. R. Stahel en *Economía Circular para Todos: Conceptos Básicos para Ciudadanos, Empresas y Gobiernos*, Oxon, Independently Published, 2019.
- [2] Comisión Europea en *Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular por una Europa más Limpia y más Competitiva*, Bruselas, Comisión Europea, 2020.
- [3] Naciones Unidas en *Adoption of the Paris Agreement*. Paris, Framework Convention on Climate Change, 2015.
- [4] <https://www.us.es/estudiar/que-estudiar/oferta-de-grados> visitada el 05/07/2021.
- [5] <https://www.us.es/estudiar/que-estudiar/oferta-de-masteres> visitada el 05/07/2021.
- [6] A Escribano y A del Valle en *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*. Madrid, Narcea S.A., 2015.
- [7] M. Campos en *Proyecto de Educación Ambiental sobre la Economía Circular*. Sevilla, Universidad de Sevilla, 2020.
- [8] M.C. Martínez y E. Ferraz. Uso de las redes sociales por los alumnos universitarios de educación: Un estudio de caso de la Península Ibérica. *Tendencias Pedagógicas*, 28:33-44, 2016.
- [9] R. García-Ruiz, R. Tirado y Ángel Hernando. Redes sociales y estudiantes: motivos de uso y gratificaciones. Evidencias para el aprendizaje. *Miscelánea*, 47, 2018.

¿Quieres ser socio de una de las
sociedades científicas más
importantes de España?




 Real Sociedad Española de Química
www.rseq.org