

Píldoras de economía circular en el aula para la enseñanza aplicada en sostenibilidad medioambiental

Circular Economy pills in the classroom implementing environmental sustainability applied learning

Sabina Scarpellini¹, Pilar Portillo-Tarragona¹, Miguel Marco-Fondevila¹, Luz María Marín-Vinuesa², Jesús Valero-Gil³, Eva M^a Llera-Sastresa⁴, Ignacio Zabalza-Bribián⁴, Fernando Llena-Macarulla¹, José Alfonso Aranda-Usón¹
 sabina@unizar.es, portillo@unizar.es, mmarcof@unizar.es, luz-maria.marin@unirioja.es, jvalero@unizar.es, ellersa@unizar.es, izabal@unizar.es, fllena@unizar.es, alaranda@unizar.es

¹Departamento de Contabilidad y Finanzas Universidad de Zaragoza Zaragoza, España

²Departamento de Economía y Empresa Universidad de La Rioja Logroño (España)

³Departamento de Organización de Empresas Universidad de Zaragoza Zaragoza (España)

⁴Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de Zaragoza Zaragoza (España)

Resumen- En este artículo se presentan los principales resultados obtenidos a través de una acción colaborativa de enseñanza aplicada de casos de economía circular para la promoción de la sostenibilidad medioambiental en diferentes áreas de conocimiento universitarias. En el marco de esta iniciativa se han impartido prácticas para introducir los principios de economía circular entre los materiales docentes de distintas asignaturas. En resumen, las que se definen como “píldoras de economía circular” son prácticas de nueva elaboración o la adaptación de prácticas existentes para distintas asignaturas al objeto de introducir el “pensamiento circular” entre alumnos de grado y de postgrado en macro áreas científico-técnicas y de ciencias sociales. La impartición de estos casos “tecnológico/empresarial” han permitido la recopilación de información para la evaluación de la metodología adoptada y el análisis del nivel de concienciación en materia de economía circular de los alumnos participantes.

Palabras clave: *Economía Circular, Sostenibilidad Medioambiental, Metodologías Activas, EEES (Espacio Europeo de Educación Superior)*

Abstract- This paper presents a method to implement a collaborative development in the application of learning techniques based on applied cases of circular economy, aiming to promote environmental application in different areas and University. Applied practical activities are specifically designed and implemented by the teachers involved in this activities to introducing the principles of circular economy at the university level. In summary, the aim is creating circular economy learning ‘pills’ which are adapted to the existing practical cases, as well as developing new practical cases in graduate and postgraduate courses in order to introduce a “circular thinking” among students. The technology/business practical cases are carried out by the participating teachers and a specific assessment method is designed in order to analyse the level of consciousness of students about the circular economy.

Keywords: *Circular Economy, Environmental sustainability, Active methodologies, EHEA (European Higher Education Area)*

1. INTRODUCCIÓN

El modelo de economía circular (EC) está siendo impulsado a nivel internacional desde diferentes instituciones y gobiernos, para promover el desacoplamiento entre el crecimiento económico y el aumento en el consumo de los recursos, manteniendo el valor añadido de los productos el mayor tiempo posible y reduciendo al mínimo los residuos (European Commission, 2015; European Commission, 2014). Frente a un modelo de economía lineal basado en “tomar-usar-tirar”, la EC permite aprovechar los productos cuando lleguen al final de su vida útil pudiendo ser re-utilizados una y otra vez, cerrando círculos, para generar más valor (Moneva, Portillo-Tarragona, Llena-Macarulla, & Scarpellini, 2018; Scarpellini, Portillo-Tarragona, Aranda-Usón, & Llena-Macarulla, 2019).

En este escenario, la educación superior tiene un papel relevante en la medida que forma a futuros profesionales que desde diferentes ámbitos y niveles de responsabilidad tomarán decisiones que repercutirán en la sociedad. La incorporación de actividades que permitan introducir la sostenibilidad medioambiental en las asignaturas de los grados y postgrados, facilitará que los criterios medioambientales puedan ser trasladados a la práctica de las actuaciones futuras de los egresados en su ámbito profesional y/o de investigación, contribuyendo a su divulgación.

El objetivo de este trabajo es establecer una guía que sirva de modelo para la implantación de la EC en las aulas, no tanto de desde la perspectiva de los sistemas de gestión de instituciones universitarias, sino en la estrategia académica y de enseñanza, mediante su introducción en las actividades de diferentes materias, contribuyendo al desarrollo de competencias en este ámbito y consiguiendo que los principios de sostenibilidad medioambiental se expandan en las diferentes áreas de conocimiento.

La introducción de los principios de EC implican una economía baja en carbono y de cero residuos, y estos modelos

económicos sostenibles se tienen que impulsar mediante la elaboración y puesta en práctica de materiales docente como los casos prácticos tecnológicos/empresariales aquí descritos que se impartieron en distintas asignaturas de diferentes macro áreas.

En resumen, la aplicación de estas prácticas ha favorecido la adaptación del alumnado a nuevos escenarios para analizar desde diferentes perspectivas los impactos de derivados de estrategias circulares frente a sistemas lineales, y mejorar así el grado de consecución de los resultados de aprendizaje a través de materiales específicos en comparación con las metodologías tradicionales (Mendoza, Gallego-Schmid, & Azapagic, 2019). La aplicación en el aula de las píldoras de EC se ha complementado con la recolección de datos a través de cuestionarios que permiten analizar el nivel de sensibilización medioambiental de los participantes y favorecer que los alumnos tomen conciencia de los objetivos de la asignatura desde un enfoque su aprendizaje transversal en un entorno de sostenibilidad medioambiental.

2. CONTEXTO

En síntesis, el desarrollo de competencias la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética resultan imprescindibles en el espacio europeo de educación superior (EEES), por su contribución a la creación de valor en la sociedad actual. Podemos por lo tanto afirmar que la educación superior constituye un ámbito de especial interés para la implementación de la EC en la medida que contribuye a la creación y difusión de conocimiento para el desarrollo sostenible (OECD, 2007).

Aunque diversos trabajos han abordado sistemas de gestión medioambiental en las estrategias de las instituciones de educación superior (Brusca, Labrador, & Larran, 2018; Dalbro, Lundgren, & Omrcen, 2017; Lozano et al., 2015), son aún escasos los estudios que abordan la implementación de la EC en el ámbito universitario (Mendoza et al., 2019; University of Edinburgh, 2015). Es por ello que se planteó el desarrollo de estas metodologías docentes para la EC y el análisis posterior aquí presentado.

3. DESCRIPCIÓN

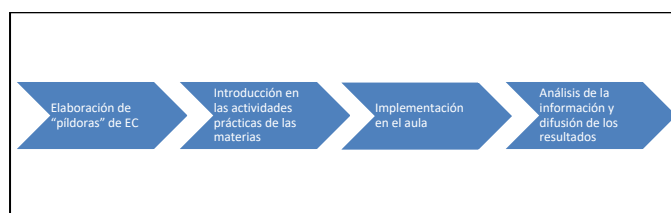
En este trabajo se diseña una metodología para el desarrollo colaborativo en la aplicación de técnicas de aprendizaje basadas en casos aplicados de EC con el fin de que la concienciación medioambiental pueda ser fomentada entre los alumnos de diferentes materias de distintos grados y postgrados, y asignaturas de otros cursos universitarios.

El desarrollo de casos ha proporcionado el contexto y la oportunidad para nuevos aprendizajes al basarse en prácticas reales de casos aplicados de EC en diferentes ámbitos tecnológicos y empresariales. Se reproducen así en el aula situaciones prácticas que el estudiante vivirá en su futuro laboral para proporcionarle las claves que les permitan interpretar la aplicación práctica de los conocimientos teóricos en ámbito medioambiental. Esta metodología aplicada facilita no sólo la adquisición de conocimientos de la materia específica en la que se enmarcan las prácticas, sino también ayuda al estudiante a crear una actitud favorable para fomentar la protección del medioambiente en su futuro profesional.

Como resultado del propio desarrollo metodológico, los casos prácticos aplicados (“píldoras” de EC) se impartieron como ampliación y adaptación en el aula de prácticas ya existentes en diferentes asignaturas o se desarrollaron a tal efecto como nuevas prácticas gracias a la participación de numerosos profesores de diferentes áreas de conocimiento. La elaboración de las prácticas se realizó de manera colaborativa entre los profesores participantes para su posterior aplicación en las sesiones de prácticas de diferentes materias con la finalidad última de fomenten la concienciación medioambiental de los alumnos a través del aprendizaje.

En cuanto a las fases de aplicación, la experiencia aquí descrita se desarrolló a través de cuatro actividades integrantes un proyecto de innovación docentes con la participación conjunta de alumnos y profesores a través de la plataforma del “Campus Virtual ADD” de la Universidad de Zaragoza, como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1. Fases para la implantación en el aula de píldoras de EC.



Actividad a) Elaboración de “píldoras” de EC para el aprendizaje. Con el objetivo de adaptar prácticas existentes o desarrollar nuevas prácticas se elaboran los ejercicios para cada asignatura a partir de los principios de la EC puestos en común entre todos los docentes que participan en el proyecto, detectando y analizando posibles problemas que requieran una toma de decisión consensuada, para que puedan ser aplicadas tanto de forma aislada como integrada en entornos multidisciplinares.

Actividad b) Introducción de “píldoras” de EC en sesiones de prácticas de las distintas asignaturas. Los profesores que integran el proyecto introducen los casos aplicados en cada una de las asignaturas en el tema que más se adapte a la aplicación de casos de EC. Los ejercicios comparten un núcleo común de EC y se complementan por unas preguntas específicas de reflexión para cada asignatura en función de sus objetivos de aprendizaje. Los efectos de la introducción de las actividades se cuantifican, dependiendo de las materias, en unidades físicas, en unidades monetarias o en ambas, además de identificarse los efectos de la EC sobre otros ámbitos relacionados con la materia. Este proceso se documenta de forma detallada con el fin de describir una metodología de aplicación al desarrollo de nuevas prácticas por parte de otros profesores.

Actividad c) Implementación en el aula de la “píldoras” de EC. Durante el curso académico cada uno de los profesores participantes introduce e imparte las píldoras desarrolladas dentro de su asignatura, observando los impactos en aquellos ítems de interés para alcanzar los resultados de aprendizaje de la asignatura. Se evalúan los conocimientos previos de los estudiantes sobre EC antes de llevar a cabo la práctica y su opinión tras la realización de la misma.

Actividad d) Análisis de la información y difusión de resultados. Tras recopilar las opiniones tanto de estudiantes como del profesorado participante para recabar datos de interés

sobre su percepción de la experiencia, se analizan los resultados con el fin de elaborar las pertinentes recomendaciones para su aplicación en otras asignaturas y en las mismas asignaturas en las siguientes anualidades.

Los materiales desarrollados en esta iniciativa contribuyen a determinar la viabilidad financiera y medioambiental de las decisiones adoptadas en los procesos y en las empresas relacionadas con actividades circulares en línea con Kopnina (2019) así como para comprender las acciones institucionales en materia medioambiental (Harring, Torbjörnsson, & Lundholm, 2018). Es por ello que los beneficios derivados de la incorporación de aspectos medioambientales en casos aplicados tecnológicos-empresariales beneficia a los estudiantes y a las organizaciones en las que se incorporen una vez egresados en la medida que visibiliza determinados aspectos de los procesos productivos que se encontrarán en su actividad profesional en el futuro.

4. RESULTADOS

Los principales resultados del proyecto llevado a cabo se resumen en dos puntos principales: la elaboración de las “píldoras” de EC y el análisis del nivel de sensibilización de los estudiantes universitarios a las que iban dirigidas. En la Tabla 1 se resumen las distintas asignaturas de grado, postgrado y otros cursos universitarios en las que se aplicaron las píldoras de EC.

Tabla 1. Asignatura el aula de píldoras de EC.

Grado/Portgrado	Asignatura
<i>Universidad de Zaragoza</i>	
Grado en Administración y Dirección de Empresas	27325 – Contabilidad Directiva 27328 - Gestión de riesgos financieros 27353 -- Gestión medioambiental
Máster Universitario en Sociología de las Políticas Públicas y Sociales	67507 - Responsabilidad social corporativa: información y auditoría de las organizaciones
Master Universitario en Contabilidad y Finanzas	61429 –Contabilidad e información sobre sostenibilidad
Master Universitario en Energías Renovables y Efic. Energética	66331 - Hidrógeno y Pilas de combustible 66271 - Eficiencia energética en la edificación
Otros cursos	Curso para postgraduados en contabilidad financiera (Universa)
<i>Universidad de La Rioja</i>	
Grado en Administración y Dirección de Empresas.	Contabilidad Directiva Contabilidad Analítica y financiera

Para alcanzar el segundo resultado esperado, se diseñaron dos cuestionarios específicos. Las preguntas incluidas en los cuestionarios empleados para el análisis se describen a continuación:

Cuestionario 1) anterior a la impartición de los casos aplicados:

- 1) *1) En qué medida Ud. conocía en detalle la economía circular antes de esta actividad*
- 2) *En qué medida los principios de sostenibilidad medioambiental se han introducido en las asignaturas que Ud. ha cursado hasta la fecha en su carrera universitaria*

- 3) *En qué medida la Universidad ejecuta medidas específicas para la reducción del impacto medioambiental en sus instalaciones*
- 4) *En qué medida cree que la economía circular se puede implantar ahora en las empresa*
- 5) *En qué medida cree que la economía circular se puede implantar ahora en la sociedad*

Cuestionario 2) posterior a la impartición de los casos aplicados:

- 6) *En qué medida considera que la economía circular generará nuevos empleos*
- 7) *En qué medida cree que la economía circular necesitará de nuevos perfiles profesionales*
- 8) *En qué medida cree que el modelo circular contribuirá a la educación medioambiental de los jóvenes*
- 9) *En qué medida los principios de economía circular pueden introducirse en las asignaturas de su carrera universitaria*
- 10) *En qué medida considera que la economía circular aumentará el nivel de colaboración entre personas compartiendo bienes y servicios*

En la tabla 2 se resumen los descriptivos de la muestra de alumnos participantes en las distintas asignaturas. La edad promedio de los estudiantes es de 20 años y no se observan diferencias en la composición de la muestra respecto al porcentaje de varones (47.6%) y mujeres (52.4%) que participaron en el estudio.

Tabla 2. Muestra de alumnos participantes.

Asignaturas	Hombres		Mujeres	
	Nº	%	Nº	%
Gestión de riesgos financieros	39	38.6%	34	30.6%
Contabilidad Directiva	6	5.9%	14	12.6%
Contabilidad Analítica y financiera	48	47.5%	55	49.5%
Masters	8	7.9%	8	7.2%
Nº (% total)	101 (47.6%)		111 (52.4%)	
Edad media	20.1		20.5	

Una vez recogida la información de los estudiantes, se procede a realizar el análisis de datos utilizando para ello el software Stata 12.0.

En primer lugar, se han analizado de manera global las puntuaciones de los dos cuestionarios comentados anteriormente, para cada uno de los aspectos de CE. Los resultados se muestran en la Tabla 3. Cabe señalar que los estudiantes han valorado cada uno de los aspectos CE con una escala de 0 a 5 puntos, por lo que entendemos que se sitúan dentro de un tramo positivo de evaluación aquellos estudiantes que otorgan una puntuación de al menos 3 puntos a cada uno de los aspectos que están valorando.

Tabla 3. Análisis de los resultados obtenidos en los dos cuestionarios.

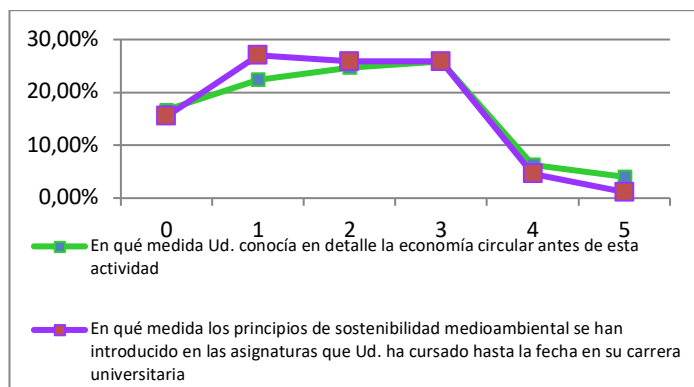
Cuestionario 1: Nivel de conocimiento econ. circular (%)							
	0	1	2	3	4	5	Rango ≥ 3
1	16.66	22.41	24.71	25.86	6.32	4.02	36.20
2	15.51	27.01	25.86	25.86	4.60	1.15	31.61
3	4.60	15.52	26.44	37.36	13.79	2.30	53.45
4	0.06	1.15	7.47	20.69	50.57	19.54	90.80
5	1.15	1.15	8.05	21.26	41.38	27.01	89.65

Cuestionario 2: Posible aplicación econ. circular (%)							
	0	1	2	3	4	5	Rango ≥ 3
1	0.97	0.97	9.71	32.04	41.75	14.56	88.35
2	0.00	0.97	5.82	26.21	45.63	21.36	93.20
3	0.00	2.91	4.85	21.36	37.86	33.01	92.23
4	1.94	2.91	16.50	32.04	32.04	14.56	78.64
5	0.97	5.82	8.74	33.01	32.04	19.42	84.47

Respecto del primer cuestionario, los resultados de los análisis demuestran que sólo alrededor de un 30% de los estudiantes dice conocer en detalle en qué consiste la EC con anterioridad a la realización de la práctica. Asimismo, se sitúan en un tramo positivo cuando valoran la medida en la que los principios de sostenibilidad medioambiental se han introducido en las asignaturas que han venido cursando hasta la fecha en su carrera universitaria.

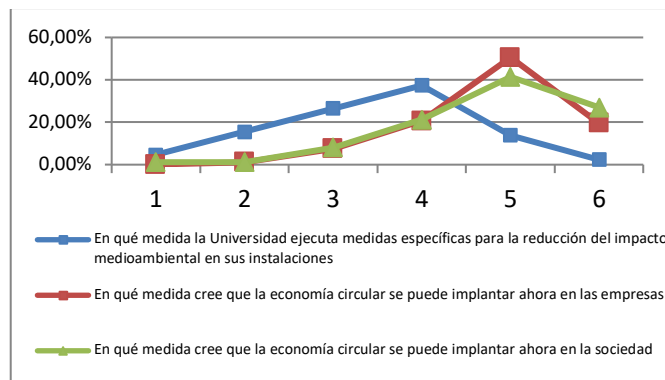
La figura 2 refleja el bajo porcentaje de estudiantes que han marcado como respuesta un 4 o un 5 al valorar su grado de conocimiento en cuanto a la introducción de EC, por lo que consideramos que la mayoría de ellos podría beneficiarse de la introducción de los principios de EC en el ámbito universitario dado su bajo grado de familiarización con el término y el modelo de circularidad que conlleva su introducción.

Figura 2. Conocimiento previo de economía circular



Por otra parte, la Figura 3 refleja el alto porcentaje de estudiantes que valoran positivamente la medida en la que EC puede ser implementada. Más de un 50% de los estudiantes reconocen, con puntuaciones de 3 y superiores, que la universidad ejecuta medidas específicas para la reducción del impacto medioambiental en sus instalaciones. Una inmensa mayoría de estudiantes se sitúa en el tramo positivo cuando valora la medida en la que la EC se puede implantar ahora en las empresas (un 91%), y la medida en la que la EC se puede implantar ahora en la sociedad (un 90%).

Figura 4. Introducción a la economía circular



Respecto al segundo cuestionario que completaron los estudiantes después de realizar las sesiones prácticas, los resultados también pueden observarse en la Tabla 3. La inmensa mayoría de estudiantes coincidieron en el gran potencial de la EC para la generación de empleos (un 88.35% de estudiantes), y que necesitará de nuevos perfiles profesionales (93.2%). También coinciden en que el modelo circular contribuirá a la educación medioambiental de los jóvenes (92.23). Cuando se les preguntó si los principios de EC pueden introducirse en las asignaturas de su carrera universitaria, más del 70% de los estudiantes (78.64%) contestó afirmativamente, situándose en el tramo positivo de respuesta. Asimismo, la mayoría de los estudiantes (84.47%) coincide en que la EC aumentará el nivel de colaboración entre personas compartiendo bienes y servicios.

5. CONCLUSIONES

El modelo circular contribuirá a la educación medioambiental de los jóvenes y la educación universitaria no podrá quedarse al margen de estos nuevos modelos económicos que marcarán el mercado. Los resultados obtenidos muestran el gran potencial de la EC para la generación de empleos para titulados universitarios para lo que se necesitará de nuevos perfiles profesionales. A tal fin las distintas asignaturas tendrán que incluir apartados específicos para desarrollar las habilidades correspondientes de los alumnos.

En particular, en asignaturas de titulaciones en el ámbito de empresas, más que la introducción de asignaturas específicas se aboga por la definición de dos tipos de cambios formativos uno de carácter transversal y otro de carácter específico. El cambio de carácter transversal implica la introducción de competencias medioambientales a través de la inclusión de los principios de sostenibilidad medioambiental en toda la carrera. El cambio de carácter específico se plantea para la introducción de contenidos en las asignaturas que doten a los alumnos de las habilidades necesarias para su salida profesional de cara a la implantación de modelos circulares en el mercado laboral en respuesta a la demanda de perfiles profesionales.

La sensibilización medioambiental de los estudiantes que reciben en la actualidad en las etapas previas a la universitaria tiene que verse refrendada por la inclusión de los principios de sostenibilidad en las competencias transversales de los planes de estudio universitarios y de contenidos específicos en los recorridos docentes de grado y postgrado.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados presentados en este artículo se han podido alcanzar gracias a la co-financiación de la Universidad de

Zaragoza en el marco del proyecto de innovación docente Ref. PIIDUZ_18_404 2018/19". Se agradece también la ayuda del Gobierno de Aragón -Grupo de Investigación "Socioeconomía y Sostenibilidad" S33_17R- para la realización de parte de las actividades en el ámbito de la economía circular llevadas a cabo.

REFERENCIAS

- Brusca, I., Labrador, M., & Larran, M. (2018). The challenge of sustainability and integrated reporting at universities: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 188(1), 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.292>
- Dalbro, M., Lundgren, U., & Omrcen, E. (2017). Universities as role models for sustainability: a case study on implementation of University of Gothenburg climate strategy, results and experiences from 2011 to 2015. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 12(1-2), 156-166. <https://doi.org/10.1504/ijisd.2018.10009937>
- European Commission. (2015). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions - Closing the loop -An EU action plan for the circular economy. COM/2015/0614 final. COM/2015/0614 final. Bussels: European Commission. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. COM (2014) 398 Final (2014). European Commission. Recuperado de <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>
- Harring, N., Torbjörnsson, T., & Lundholm, C. (2018). Solving Environmental Problems Together? The Roles of Value Orientations and Trust in the State in Environmental Policy Support among Swedish Undergraduate Students. *Education Sciences*, 8(3), 124. <https://doi.org/10.3390/educsci8030124>
- Kopnina, H. (2019). Green-washing or best case practices? Using circular economy and Cradle to Cradle case studies in business education. *Journal of Cleaner Production*, 219(1), 613-621. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.005>
- Lozano, R., Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M., Huisingh, D., Lozano, F. J., Waas, T., ... Hugé, J. (2015). A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: Results from a worldwide survey. *Journal of Cleaner Production*, 108(1), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.048>
- Mendoza, J. M. F., Gallego-Schmid, A., & Azapagic, A. (2019). Building a business case for implementation of a circular economy in higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, 220(1), 553-567. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.045>
- Moneva, J. M., Portillo-Tarragona, M. P., Llana-Macarulla, F., & Scarpellini, S. (2018). Perspectivas e Impacto de la Economía Circular en Aragón desde la Óptica Empresarial. *Economía Aragonesa*, 66, 111-126.
- OECD. (2007). Higher Education for Sustainable Development: Final Report of International Action Research Project. Forum for the Future.
- Scarpellini, S., Portillo-Tarragona, P., Aranda-Usón, A., & Llana-Macarulla, F. (2019). Definition and measurement of the circular economy's regional impact. *Journal of Environmental Planning and Management*, IN PRESS(0), 1-27. <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1537974>
- University of Edinburgh. (2015). Circular Economy Thinking and Action at the University of Edinburgh. Edinburgh (United Kingdom). Recuperado de file:///C:/Users/Sabina/Downloads/zws_uae_circular_economy_report_-_final_may_2015.pdf