

Generación de capacidades en economía circular como parte del diseño curricular universitario, con enfoque a la carrera Ingeniería Industrial

Generation of capacities in circular economy as part of the university curriculum design, focused on the Industrial Engineering career

Beatriz Barrios Brito ¹ *, Igor Lopes Martínez ², Tatiana Delgado Fernández ³, Lilian Noya Domínguez ⁴

¹ Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), La Habana, Cuba
igor.lopesmartinez@gmail.com, tatiana.delgado@uic.cu, lilitanoya@gmail.com

* Autor para correspondencia: beabarrrios1999@gmail.com

Resumen

El estudio tiene como objetivo definir las actividades educativas necesarias para generar en los estudiantes de ingeniería industrial, capacidades en economía circular, que les sean útiles tanto para su vida académica, social y/o profesional. Como método de investigación, se utilizó el análisis documental, a través de bibliografía sobre la economía circular, los principios y estrategias circulares, las competencias y capacidades profesionales actuales, el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rol de la educación en la transición de modelos de producción y consumo lineales, a circulares. A partir de un modelo de enseñanza-aprendizaje, se definieron las competencias y capacidades necesarias para lograr el tránsito circular y se asocian a estos, los tipos de actividades educativas dinámicas que contribuyen a generarlas. Asimismo, se expuso la importancia del aprendizaje activo, para generar un marco completo, coherente y práctico en la experiencia académica.

Palabras Clave: economía circular, actividades, aprendizaje, capacidades, competencias.

Abstract

The study aims to define the educational activities to generate in Industrial Engineering students, capacities in circular economy, which will be useful for their academic, social and/or professional life. As a research method, documentary analysis was used, through bibliography on the circular economy, the principles and strategies circulars, current professional competences and capacities, the teaching-learning process and the role of education in the transition of production and consumption models linear to circular. Based on a teaching-learning model, the competencies and capacities necessary to achieve circular transition were defined and associated with these, the types of dynamic educational activities that contribute to generate them. Likewise, the importance of active learning to generate a complete, coherent and practical framework in the academic experience was exposed.

Key Words: circular economy, activities, learning, capacities, competences.

Introducción

Desde finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se utiliza mayoritariamente un modelo de producción y consumo lineal: “Extracción-Transformación-Uso y Eliminación” (Espaliat M, 2017) de materiales y productos, esta sobreexplotación de recursos naturales finitos se hace insostenible pues el gasto de materias primas es mucho mayor que la capacidad de reposición de los sistemas naturales, por esta razón, emerge el término de economía circular (EC) como un cambio de paradigma acompañado de una nueva forma de hacer las cosas, facilitando así, el desarrollo sostenible y resiliente.

La crisis planetaria se evidencia en diferentes niveles: social, económico, sanitario, educacional y ecológico, este escenario crítico es el resultado de la “extracción desmesurada de los recursos naturales y la destrucción de los ecosistemas, propia de la economía lineal convencional dominada por una visión antropocéntrica” (Martínez AN and Porcelli AM, 2018).

La Economía Circular se considera un paradigma de acción o actuación naciente de la evolución del concepto de sostenibilidad, funge como herramienta de la misma al proponer modelos de producción y consumo con flujos cíclicos (Prieto-Sandoval V, Jaca-García C and Ormazabal-Goenaga M, 2017). De los conceptos sobre EC, citados por los expertos en el tema, uno de los más destacados es el realizado por la (Fundación Ellen MacArthur, 2015) que plantea que “es un sistema industrial, restaurador y regenerativo por intención y diseño. Reemplaza el concepto de -fin de vida útil- por restauración, cambia hacia el uso de energías renovables, elimina el uso de productos químicos tóxicos, que dificultan la reutilización, y tiene como objetivo la eliminación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de este, los modelos de negocio”.

Existe una extensa documentación sobre los conceptos fundamentales, los objetivos, estrategias y principios de la economía circular (Chizaryfard A, Trucco P and Nuur C, 2021; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Govindan K and Hasanagic, 2018) sin embargo, no está suficientemente explícito qué hacer para generar en las personas las capacidades necesarias para implementar la economía circular. En tal sentido, la educación superior debe jugar un rol decisivo, a través de “la preparación integral de los estudiantes universitarios, que se concreta en una sólida formación científico-técnica, humanística y de altos valores ideológicos, políticos, éticos y estéticos”. (Resolución No. 2, 2018)

Dígase generación y desarrollo de capacidades como el proceso mediante el cual, las personas (en este caso los estudiantes) adquieren, fortalecen y sostienen, las aptitudes necesarias para definir y alcanzar los objetivos de desarrollo. El proceso de aprendizaje es un proceso complejo, en el que se encuentra la transformación como epicentro, “Una transformación de este tipo trasciende la realización de tareas y se refiere, más bien, a una modificación de las mentalidades y las actitudes” (De la Rosa Ruiz D and Giménez Armentia P, 2019; Martí-Noguera JJ and Quezada RG, 2019)

En la literatura sobre la educación y las competencias, se plantea que estas últimas, pueden generalizarse y a la vez dividirse en dos vertientes: las de alta cognición sobre tecnologías o procesos de trabajo y las relacionadas a la gestión organizacional. Dichas competencias están asociadas al tránsito hacia las nuevas revoluciones industriales y no directamente hacia la economía circular, sin embargo, por la estrecha relación de la digitalización (como impulsora de los modelos de negocio de economía circular en la 4ta revolución industrial) y la sostenibilidad (como uno de los valores fundamentales de la 5ta revolución industrial) con los principios de la economía circular, se utilizarán dichas macro competencias para el desarrollo de este artículo. (Antikainen M, Uusitalo T and Kivikytö-Reponen P, 2018; Delgado Fernández, M, Escobar JM, Vázquez JC and Rodríguez DP, 2022; Delgado Fernández T, 2018; Martínez IL, Santos AC, Alonso JV, Triana MS, Fernández TD, Neumann G and Ruíz AC, 2022; World Economic Forum. The Future of Jobs Report, 2018; Xu X, Lu Y, Vogel-Heuser B and Wang L, 2021)

Específicamente en la carrera de Ingeniería Industrial en Cuba, donde asignaturas como: Logística, Gestión de Procesos, Gestión del Cambio Organizacional, Estadística, Calidad, Sistemas de la Información y Seguridad y Salud de los Trabajadores, constituyen aristas fundamentales en el proceso de formación, se hace oportuno aprovechar la relación de las mismas con las posibles aplicaciones de la economía circular. En el actual plan de estudio de la carrera, no aparece reflejado el término “aprendizaje activo”, que será abordado en el artículo, sin embargo, a través de las disciplinas sí se reflejan gran parte de sus metodologías en las diferentes formas de enseñanza. (CUJAE. Ingeniería Industrial. Plan de Estudio E de Ingeniería Industrial. La Habana; 2018)

Por todo lo planteado anteriormente, constituye objetivo de este estudio definir las actividades educativas necesarias para generar en los estudiantes de ingeniería industrial, capacidades en economía circular que les sean útiles, tanto para su vida académica, social y/o profesional. A partir de un modelo de enseñanza-aprendizaje, se definen las competencias y capacidades necesarias para

lograr el tránsito circular y se asocian los tipos de actividades que contribuyen a generarlas, así como las metodologías de aprendizaje activo que se ponen en práctica en cada tipo de actividad.

Materiales y Métodos

Se recurrió al método de la observación a través del análisis documental, utilizando bibliografía sobre la economía circular, las estrategias circulares, el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rol de la educación en el cambio de paradigma de modelos de producción y consumo lineales a circulares, a través de la generación de capacidades.

Inicialmente se identifican las capacidades nuevas que deben generarse en los estudiantes de ingeniería industrial en relación con la economía circular. En este artículo, esto se obtiene a partir de definir las estrategias comunes en economía circular, a través de un enfoque de ciclo de vida de los recursos en la cadena de valor. Se define ciclo de vida, como el conjunto de etapas de la vida útil de un producto, en las fases de, obtención de materiales, diseño, producción, comercialización o consumo y la gestión final de sus residuos. El enfoque circular de ciclo de vida, puede dividirse en tres etapas: 1) estrechando el ciclo para minimizar el uso de productos y materiales, manteniendo el valor por el mayor tiempo posible, 2) ralentizando el ciclo, para mantener los productos y su utilidad y, 3) cerrando el ciclo para volver a usar los materiales cuando lleguen a la etapa de -fin de vida-, creándoles más valor (Balboa CH and Somonte MD, 2014; Weenk E and Henzen R, 2021).

Respecto a las competencias necesarias para la implementación de la economía circular, se toman como referencias las macro competencias divididas en dos vertientes: las competencias de alta cognición sobre tecnologías o procesos de trabajo y las competencias en gestión organizacional (World Economic Forum. The Future of Jobs Report, 2018).

Se complementan las capacidades y competencias con un modelo de enseñanza-aprendizaje que considera una combinación de técnicas de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje orientado a problemas, donde el proceso educativo está conectado con la resolución experimental de las tareas propuestas. La **Figura 1** muestra el modelo de enseñanza-aprendizaje, inspirado en varios estudios internacionales (Ramirez-Mendoza RA, Morales-Menendez R, Iqbal H and Parra-Saldivar R, 2018)



Figura 1. Modelo de enseñanza-aprendizaje

Fuente: elaboración propia adaptada de la fuente (Ramírez-Mendoza RA, Morales-Menendez R, Iqbal H and Parra-Saldivar R, 2018)

A través de este modelo se definirán las capacidades y competencias a generar en los estudiantes de Educación Superior, con enfoque a Ingeniería Industrial, así mismo, servirá de guía para clasificar los tipos de actividades académicas que se proponen para hacer posible y/o acelerar esta generación.

La identificación de las actividades académicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la economía circular en la carrera de Ingeniería Industrial, se sustenta en conceptos actuales de aprendizaje, como el aprendizaje activo.

El aprendizaje activo es un proceso de aprendizaje basado en la colaboración y la reflexión compartida, que a través de sus metodologías (**Figura 2**), promueve el desarrollo de habilidades transversales, porque al tener que aplicar los contenidos, los estudiantes logran una comprensión más profunda de estos, permitiendo alcanzar el desarrollo de habilidades más complejas como el pensamiento crítico y las habilidades para la resolución de problemas. También la interacción y el trabajo en equipo, promueven habilidades de comunicación e interpersonales, posibilitando de esta manera la mejora del rendimiento académico y el aumento de la autoestima. Asimismo, aumenta la motivación y la participación y contribuye al desarrollo meta cognitivo del aprendizaje (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022).

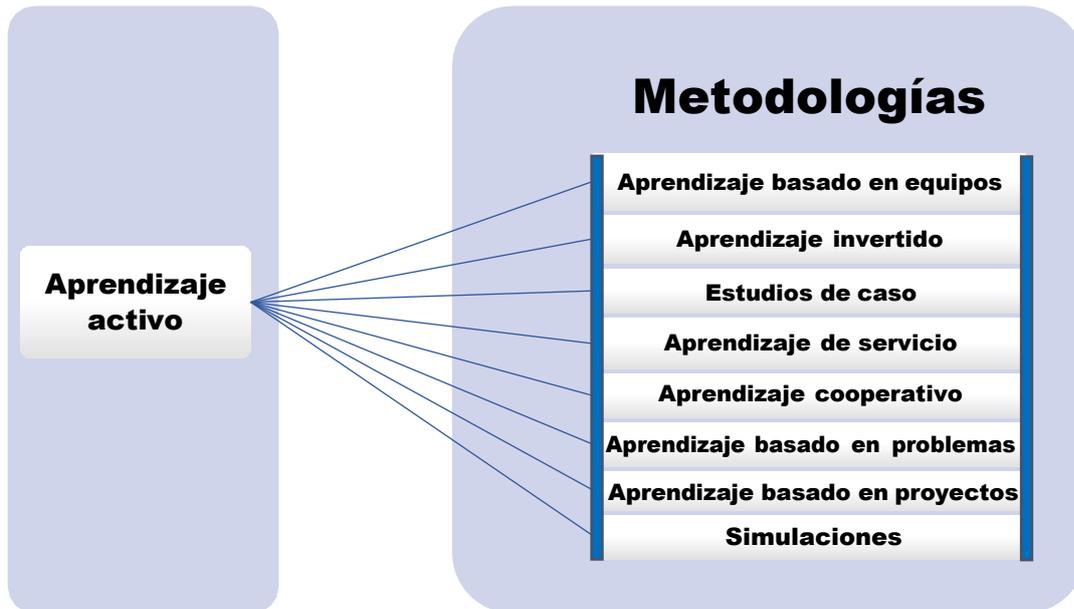


Figura 2. Metodologías de aprendizaje activo

Fuente: elaboración propia adaptada de la fuente (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022).

Por último, se sugieren dos ejemplos prácticos, para desarrollar fundamentalmente las actividades de aprendizaje activo: aprendizaje basado en equipos, aprendizaje cooperativo, simulación, aprendizaje basado en problemas y estudios de caso, acompañados de los principios circulares que se evidencian en cada uno y de preguntas de análisis para testear la comprensión del estudio realizado. Estos ejemplos contribuyen a que los estudiantes adquieran habilidades en la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Así como, potencian el compromiso social, la empatía, la comunicación efectiva y la capacidad de autorregulación del aprendizaje (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022).

Resultados y Discusión

La economía circular en sí, no solo es transformadora, sino que además necesita de mucho esfuerzo de transformación y sobre todo de concientización para lograr el hábito del uso responsable de los recursos naturales. Es además una fuente de generación de nuevos perfiles profesionales y busca con vehemencia la mayor eficiencia en los procesos de producción, lo que hace imprescindible que las iniciativas y estrategias estén alineadas a un cúmulo de planes, proyectos, actividades y acciones por hacer (Mahmoum Gonbadi A, Genovese A and Sgalambro A, 2021; Morocho FR, 2018).

Las universidades y sus actividades de docencia e investigación en pregrado y posgrado desempeñan un importante papel en la generación de cambios, a través de sus modelos de formación y aprendizaje,

con la innovación, el compromiso y desarrollo como baluartes. El principal reto está en crear, producir y compartir información y conocimiento pertinentes con el objetivo de formar personal capaz de generarlos y aprovecharlos para implementar y potenciar un desarrollo sostenible y resiliente. “Esto supone una universidad innovadora cuyo principio rector sea la producción y transferencia de conocimientos de alta calidad y valor social” (Carvajal Tapia AE and Carvajal Rodríguez E, 2019; Moré Polanco E, 2019).

“En la educación superior en general, se requerirán más contenidos en ergonomía, seguridad y salud, métodos de trabajo, comunicación, simulación, compensación y motivación, innovación tecnológica, todo en su nexos con la logística, la gestión de la producción y la necesidad de desarrollo de los conceptos de la economía circular como base de la sostenibilidad” (Martínez IL, Santos AC, Alonso JV, Triana MS, Fernández TD, Neumann G and Ruíz AC, 2022).

Dentro del proceso de desarrollo de las distintas carreras de la Educación Superior en Cuba, están presentes, la renovación y actualización de los programas y planes de estudio acordes a los nuevos tiempos, con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como los principales retos que impone el cambio climático, como principal desafío ambiental para la nación. Sin embargo, por la dinamicidad con que ocurren las modernizaciones sociales, las maneras de producción y consumo y las nuevas formas de aprender-enseñar, se hace imprescindible la actualización acelerada de estos planes de estudios, con el objetivo de lograr una excelencia en la formación educativa, sin dejar de gestionar, los riesgos de esta nueva era. He aquí, la importancia de influir positivamente en el cambio de las personas que cambian las cosas y de concebir a la educación como la capacidad de enfrentarse a las distintas etapas o fases de la vida (Belmonte SH, Gallegos ME and Barrera YC, 2020; Hernández RM, Orrego Cumpa R and Quiñones Rodríguez S, 2018).

Para poder entender qué tipo de capacidades hay que generar en economía circular, se hace necesario conocer las estrategias circulares junto a las capacidades necesarias acorde a estas estrategias, y la relación de las mismas con el estrechamiento, ralentización y cierre del ciclo de vida de los recursos, a través de toda la cadena de valor (Weenk E and Henzen R, 2021). Se muestra en la **Figura 3**.

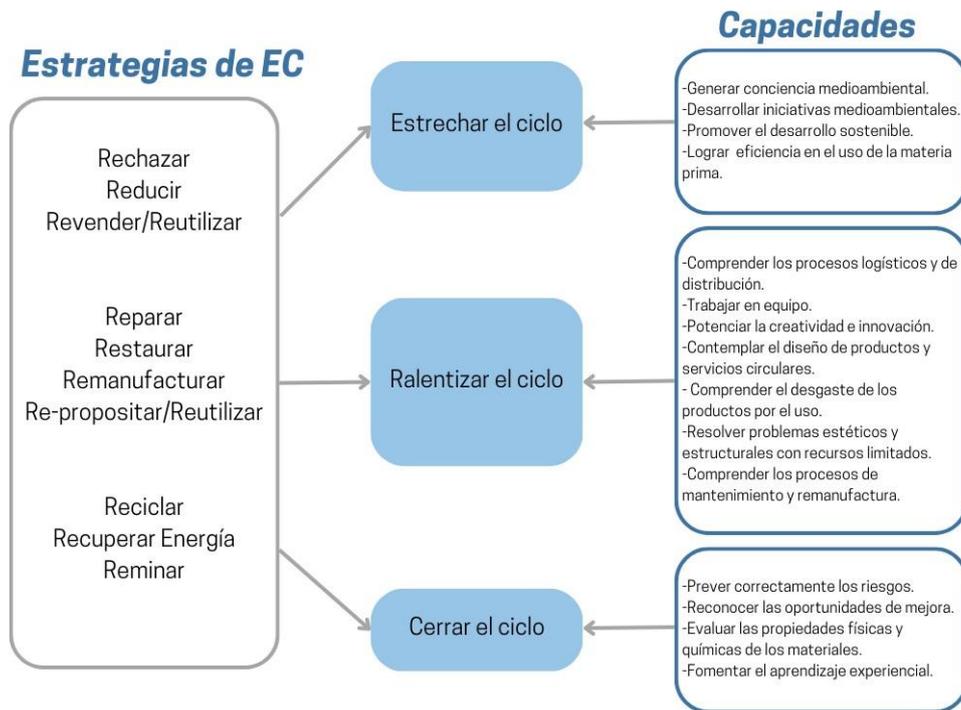


Figura 3. Estrategias de economía circular (EC) y capacidades a desarrollar en EC en relación al estrechamiento, ralentización y cierre del ciclo de los recursos

Fuente: elaboración propia adaptada de las fuentes (De los Rios IC and Charnley FJ, 2017; Ellen MacArthur Fundación, 2015; Prieto-Sandoval V, Jaca-García C and Ormazabal-Goenaga M, 2017).

Respecto a las competencias necesarias para la implementación de la economía circular, se toman como referencias las macro competencias divididas en dos vertientes: las competencias de alta cognición sobre tecnologías o procesos de trabajo y las competencias en gestión organizacional (World Economic Forum. The Future of Jobs Report, 2018). Se muestran en la **Figura 4.**

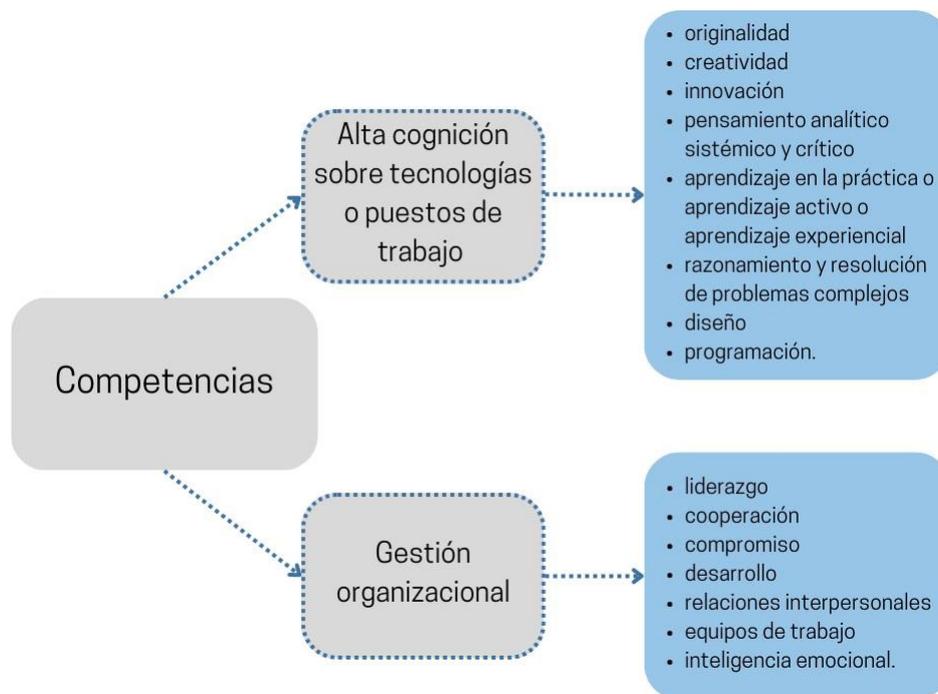


Figura 4. Competencias necesarias a generar para el desarrollo circular

Fuente: elaboración propia a partir de la fuente (World Economic Forum. The Future of Jobs Report, 2018)

En el sistema de educación superior actual en Cuba, dentro de la forma organizativa clase, es común utilizar los tipos de actividades: conferencia, clase práctica, seminario y clase encuentro, sin embargo, en el enfoque de aprendizaje activo, intencionado en este artículo, se pueden incorporar otras actividades dinámicas con muy buenas prácticas en el sector educacional que proveen de conocimientos, habilidades y herramientas para abordar el estudio de los fenómenos y procesos desde una perspectiva científica. Asimismo, la producción y valoración de conclusiones objetivas, la toma de decisiones, la búsqueda, selección y recuperación de información relevante y los análisis cualitativos y cuantitativos de los procesos de producción y servicio. El estudiante debe tener la oportunidad de actuar en distintos contextos y de enfrentarse a retos que exijan su preparación y superación constantes (González Rodríguez, N. A, 2019; Pérez S and Villagrà JÁ, 2020; Sunza-Chan SP, 2019)

En la **Figura 5** se establecen relaciones entre los tipos de actividades dinámicas (descritas a continuación de la figura) con las fases del modelo: clase presencial, clase virtual, laboratorios interactivos-colaborativos, proyecto interdisciplinario (integrador) y evaluación-examen. En todos los casos es posible poner en práctica las metodologías de aprendizaje activo descritas en la **Figura 2**, que se relacionarán por su orden natural, algunas metodologías más que otras con las distintas formas organizativas dentro del marco del modelo de enseñanza-aprendizaje pues poseen un objetivo común, que es poner al estudiante en el centro, fomentando su participación activa en el accionar de responsabilidad de su propio aprendizaje, guiado por el profesor.

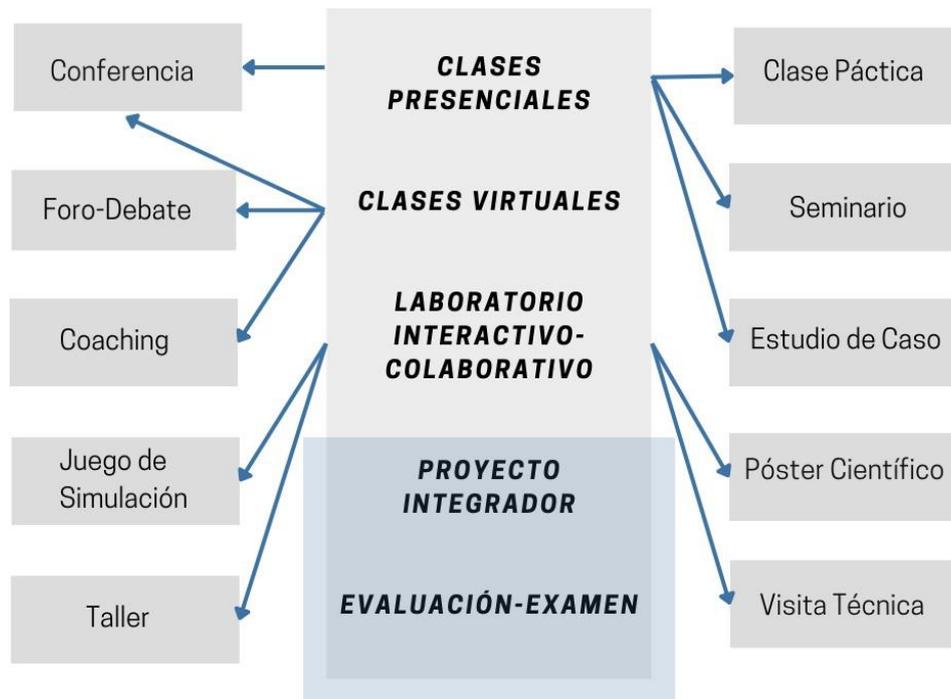


Figura 5. Enlace de fases del modelo enseñanza-aprendizaje con actividades docentes
Fuente: elaboración propia

Seminarios/ Debates/ Foros: Redacción y creación de informes y presentaciones de investigación, con el propósito de que los estudiantes consoliden, amplíen, profundicen, discutan, integren y generalicen los contenidos orientados, gestionando su propio aprendizaje como profesionales en formación, además de adquirir el lenguaje y estilo técnicos para defender sus proyectos, así como el ordenamiento lógico de los contenidos y las habilidades en la utilización de las diferentes fuentes del conocimiento (González Rodríguez, N. A, 2019; Resolución No. 2, 2018).

Póster Científico: Forma de presentar la información resultante de una investigación académica, herramienta visual utilizada para exponer los conocimientos científicos de manera fácil y comprensible.

Juego de Simulación: Herramienta para tomar decisiones impulsando el trabajo colaborativo y la evaluación de riesgos en ambientes controlados. Juegos serios, que representan la esencia de situaciones reales, dígame procesos en específico o empresas virtuales, y revelan el impacto de cada decisión (Ed Weenk E and Henzen R, 2021).

Estudio de casos: Utilización de ejemplos de casos reales, ya sea que se hayan realizado procedimientos inadecuados en los mismos y que sea de interés reflexionar sobre ellos y/o casos de éxitos, en ambas situaciones, que se exponga el contexto laboral (González Rodríguez, N. A, 2019).

Visitas técnicas: Actividades que permiten relacionar el aprendizaje teórico adquirido con los procesos de producción y servicio, así como los distintos procederes de gestión y administración.

Coaching: Proceso de acompañamiento reflexivo y creativo que genera un clima altamente motivador que influye directamente en el rendimiento de los estudiantes, proporciona retroalimentación, apoyo personalizado y reconocimiento sobre las diferentes temáticas que sean abordadas.

Laboratorios: Espacios académicos que cuentan con el equipamiento necesario para que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica, donde se verifican los conocimientos impartidos teóricamente con demostraciones tangibles. Contribuyen, además, a que los estudiantes relacionen las clases con el mundo real. Permiten aprender mediante la experiencia y poner en práctica el método científico de ensayo y error, así como visualizar los procesos y gestionar los recursos, de una manera práctica. Además, se pueden utilizar como espacios de prestación de servicios externos, ya sea académico y/o productivo (Aldaz JD, Cedillo M and Buchelli L, 2016; Resolución No. 2, 2018).

Talleres: Sesiones de entrenamientos o guías. Espacios de reflexión y análisis para los problemas que se presentan, en aras de tomar decisiones, así como proyectar alternativas y estrategias frente a los mismos. “A partir del vínculo entre los componentes: académico, investigativo y laboral. El taller contribuye al desarrollo de habilidades para la solución integral de problemas profesionales en grupo, para el grupo y con la ayuda del grupo, donde primen las relaciones interdisciplinarias” (Puga García A and Madiedo Albolatrach M, 2007; Resolución No. 2, 2018)

Proyectos Investigativos: Guía o procedimiento científico para generar las distintas alternativas de solución ante una problemática dada. A través de planes, estrategias y acciones, se busca darle solución al planteamiento de hipótesis previamente elaborado.

De las actividades descritas anteriormente, en la **Tabla 1** se mencionan los tipos de actividades que contribuyen fundamentalmente al desarrollo de competencias que debe tener un profesional, en este caso un ingeniero industrial, en el entorno circular actual (mostradas en la **Figura 4**), además se especifica su influencia (X) en cada uno de los casos (Antikainen M, Uusitalo T and Kivikytö-Reponen P , 2018; Delgado Fernández, M, Escobar JM, Vázquez JC and Rodríguez DP, 2022; Delgado Fernández T , 2018; Martínez IL, Santos AC, Alonso JV, Triana MS, Fernández TD, Neumann G and Ruíz AC, 2022; Resolución No. 2, 2018; World Economic Forum. The Future of Jobs Report, 2018; Xu X, Lu Y, Vogel-Heuser B and Wang L, 2021)

Competencias	Actividades para generar las competencias								
	Laboratorios	Talleres	Proyectos investigativos	Seminarios/ Debates/ Foros	Poster científico	Juegos de simulación	Estudio de casos	Visitas técnicas	Coaching
Creatividad	X	X	X	X	X	X			X
Innovación	X		X	X	X	X			
Pensamiento analítico sistémico y crítico	X		X	X		X	X	X	X
Aprendizaje experiencial	X	X				X		X	
Razonamiento y resolución de problemas complejos			X	X		X	X	X	
Diseño	X	X	X	X	X				
Programación		X	X						X
Liderazgo						X			
Cooperación	X	X	X	X	X	X		X	X
Compromiso		X	X	X	X	X	X	X	X
Desarrollo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Relaciones interpersonales	X	X	X	X	X	X		X	X
Equipos de trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inteligencia emocional		X		X					X

Tabla 1. Competencias que se generan a través de los distintos tipos de actividades educacionales.

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes (Aldaz JD, Cedillo M and Buchelli L, 2016; González Rodríguez N. A, 2019; Inchainge, 2022; Pontifica Universidad Católica de Chile, 2022; Puga García A and Madiedo Albolatrach M, 2007; Resolución No. 2, 2018; Weenk E, 2019; Weenk E and Henzen R, 2021)

La reconfiguración de los perfiles y roles profesionales, amerita un trabajo constante, es por ello que, si se piensa en una generación de capacidades en economía circular, no basta con proponer buenas prácticas aisladas, sino que se hace necesario concebir un curso completo de capacitación.

Como parte de un modelo de curso con el objetivo de generar las capacidades en economía circular, a continuación, se sugieren tipos de capacidades a tener en cuenta en relación al modelo de enseñanza-aprendizaje antes mencionado (**véase la Figura 6**).

FASES DEL MODELO	CAPACIDADES
CLASE PRESENCIAL	1. Comprender la definición y principios fundamentales de la economía circular.
CLASE VIRTUAL	2. Comprender cómo el modelo de economía circular dista del modelo lineal actual de producción y consumo. 3. Definir y desarrollar las estrategias circulares para distribuir equitativamente los costos y beneficios, logrando una transición rentable.
LABORATORIO INTERACTIVO-COLABORATIVO	4. Estudiar el ciclo de vida de los recursos dentro de la economía circular, con las estrategias asociadas para estrechar, ralentizar y cerrar el mismo. 5. Comprender el tránsito de las cadenas de suministro lineales a circulares. 6. Definir los roles y actores dentro de las cadenas de suministro circulares. 7. Conocer las oportunidades de la Economía Circular en el marco de la Industria 4.0.
PROYECTO INTEGRADOR	8. Aprender a cuantificar la circularidad a través del uso de materiales y tecnologías. 9. Explorar estudios de casos, de éxito y de fracaso para analizar los aprendizajes relacionados. 10. Conocer la legislación vigente respecto a las distintas estrategias circulares.
PRUEBA Y EVALUACIÓN	11. Aplicar metodologías de formulación de proyectos investigativos para diseñar iniciativas circulares de uso eficiente de recursos. 12. Aprender a hacer un análisis de flujo de recursos, materiales y energía, con las herramientas de economía circular: Eco-Mapa y el Eco-Balance. 13. Reflexionar sobre los impactos ambientales en las diferentes etapas de los procesos productivos.

Figura 6. Capacidades a generar dentro de las fases del modelo de enseñanza-aprendizaje
Fuente: elaboración propia

Siguiendo la dinámica de sugerencia de partes del curso, a continuación, se mencionan, ejemplos de tipos de actividades útiles para generar las capacidades antes mencionadas, así como el desarrollo de dos de estas actividades (A y B).

- A. Simulación con juegos o herramientas informáticas.
- B. Prácticas de laboratorio de deconstrucción de productos en recursos o materiales.
- C. Conferencias magistrales de expertos en el tema economía circular a nivel nacional e internacional.
- D. Seminarios, foros y debates sobre “Desechos como alimentos del siguiente ciclo”.
- E. Estudio de casos de éxito y fracaso en la aplicación de modelos de negocios circulares.
- F. Coaching de creación de un nuevo modelo de negocio circular.
- G. Dentro de un laboratorio, recrear un proceso productivo y buscar estrategias para el manejo de los residuos (¿Cómo recolectarlos? ¿Qué hacer con ellos?)
- H. Proyecto Investigativo sobre: la gestión de riesgos en las cadenas circulares.
- I. Póster científico sobre las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 para el desarrollo de la economía circular.

J. A través de la visita técnica a un negocio circular, con el objetivo de resumir los aprendizajes y conocimientos adquiridos, crear un estudio de caso.

Acordes a los principios de la economía circular (Ellen MacArthur Foundation, 2015) los tipos de capacidades a generar en el entorno circular y las metodologías del aprendizaje activo (**Figura 3, Figura 6 y Figura 2**, respectivamente), se desarrollan los ejemplos: juego de simulación The Blue Connection y, separación de partes o deconstrucción de una bolsa de té y análisis del ciclo de vida del producto o grupo de recursos, a través de casos de estudio de los distintos actores/roles que componen la cadena de suministro. Para cada uno de ellos, se sugieren las posibles actividades a realizar, así como preguntas de análisis para testear la comprensión de los estudiantes al respecto.

Actividad Tipo I: Simulación con juegos o herramientas informáticas.

Principios de la economía circular a los que tributa:

- Eliminar residuos y contaminación desde el diseño.
- Mantener los productos y materiales en uso, maximizando su ciclo de vida.

Ejemplo: The Blue Connection es una experiencia de aprendizaje de negocios circulares construida en torno a un juego de simulación empresarial avanzado y multifuncional. Los participantes deben crear una forma sostenible de trabajar para una empresa que ensambla y comercializa bicicletas, a través de una estructura de cuatro roles de dirección disponibles: diseño/compras, ventas, cadena de suministro y finanzas, los cuales deben estar alineados para transformar su modelo de negocio de lineal a circular y que este, sea rentable.

Diseño y precio básico de la bicicleta, durabilidad, reciclabilidad, remanufacturabilidad y peso de cada uno de sus componentes, selección y negociación de proveedores y clientes, circularidad, pagos y deudas, stock de inventario y mantenimiento; son algunos de los detalles que se tienen en cuenta desde el concepto y diseño del producto hasta el ciclo de producción y uso, detalles que son analizados y operados mediante el juego de simulación (Inchainge, 2022; Weenk E and Henzen R, 2021).

En la **figura 7**, se muestra la cadena de valor circular de The Blue Connection, con los actores que la componen, así como las estrategias circulares que se aplican en los diferentes casos.

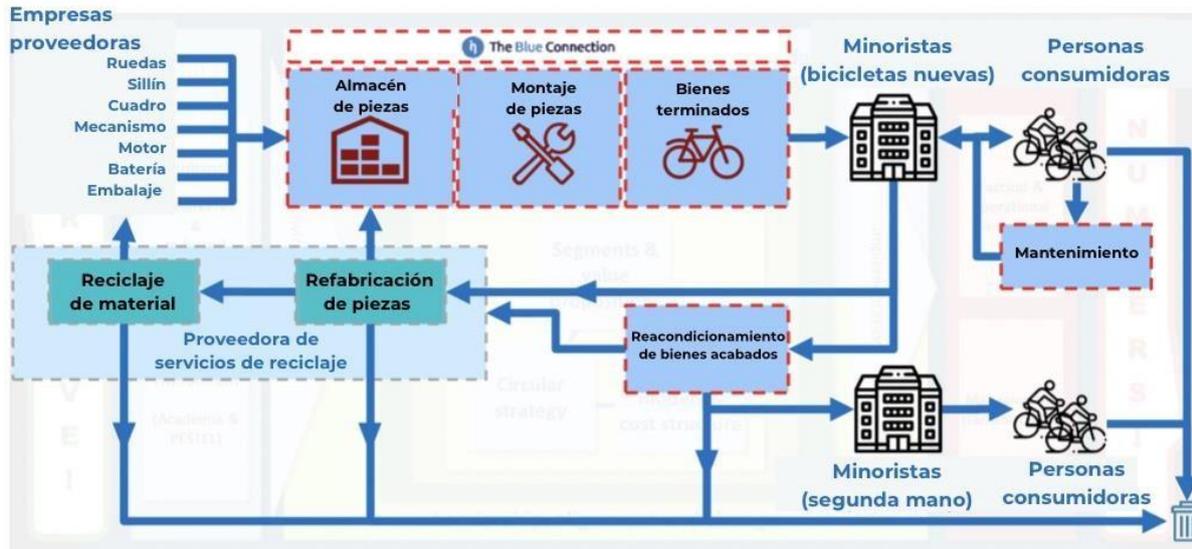


Figura 7. Posibles flujos físicos y actividades de apoyo en The Blue Connection (TBC).

Fuente: Libro “Dominar la economía circular (Weenk E and Henzen R, 2021)

Los simuladores de gestión, además conocidos como simuladores empresariales o juegos de negocio, permiten aprender los fundamentos de la administración en el sector empresarial. También, intentan reproducir esa realidad utilizando las mismas variables, relaciones y acontecimientos, desde la fase de investigación, el desarrollo de estrategias, las inversiones, la producción y la introducción en el mercado. Por otro lado, ofrecen la oportunidad de desarrollar destrezas de gestión, administración y dirección de empresas, que se hace complicado adquirir fuera del mundo laboral. “En comparación con escuchar o ver, una experiencia crea un efecto mucho más fuerte en la retención del aprendizaje, especialmente las experiencias de juegos de negocio” (Inchainge, 2022; Pawelek JG, 2013)

Preguntas de análisis

1. ¿Cómo lograr negocios circulares rentables?
2. ¿Cuáles son los indicadores de circularidad?
3. ¿Es posible una transición circular sin el trabajo colaborativo?
4. A partir de las informaciones que brinda el juego: el estudiante debe construir un póster científico sobre los resultados de la simulación en torno a la aplicación de las distintas estrategias circulares.

Luego de esta actividad, los estudiantes, deben conocer la relación entre los modelos de negocio y las estrategias circulares, así como los roles y actores dentro de las cadenas de suministro, además, la importancia del diseño del producto y del proceso, como aspectos primarios en una transformación circular. El manejo del flujo financiero, ofrecido por el juego, hará que comprendan el valor que tiene, planificarse cuidadosamente para lograr la rentabilidad y circularidad de la empresa. Por otro lado, esta

experiencia de negocios, potenciará el trabajo en equipo, la creatividad e innovación, así como la reflexión sobre los impactos medioambientales en las diferentes etapas del proceso.

Actividad Tipo II: Práctica de laboratorio de deconstrucción y foro/ debate sobre casos de éxito y fracaso en la cadena de suministro.

Principio de la economía circular al que tributa:

- Mantener los productos y materiales en uso, maximizando su ciclo de vida.

Ejemplo: Ejercicio de separación de partes o deconstrucción de una bolsa de té y análisis del ciclo de vida del producto o grupo de recursos, a través de casos de estudio de los distintos actores/roles que componen la cadena de suministro. Una bolsa de té está compuesta por los materiales siguientes (véase **Figura 8**):

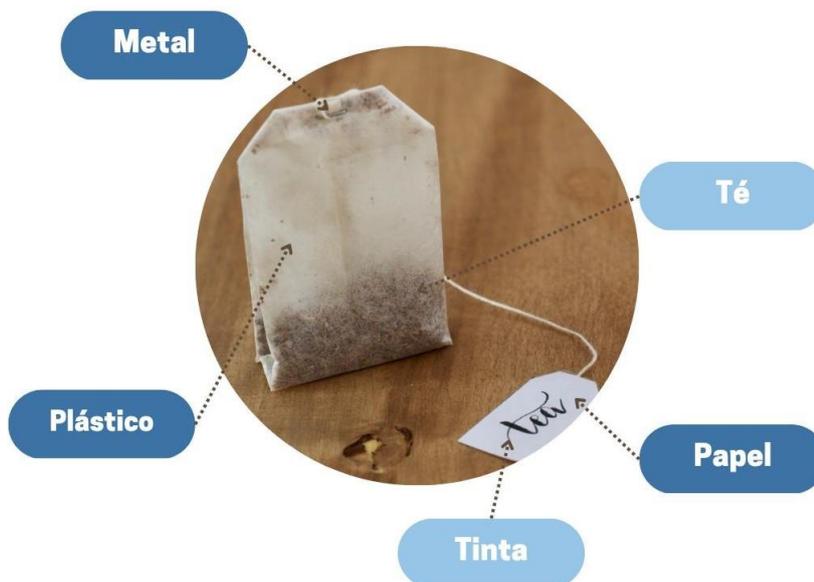


Figura 8. Materiales de una bolsa de té
Fuente: elaboración propia

Cada uno de estos materiales tiene un origen, un ciclo de producción diferente y un actor de la cadena de suministro que lo produce y comercializa:

- -Té (Cosecha, cultivo, procesamiento y envase)
- -Papel (árboles talados, transportación de la madera, producción del papel, envase)

- -Metal (minería, procesamiento, fraccionamiento, envase)
- -Plástico (extracción de petróleo, procesamiento, tratamiento, conformación, envase)
- -Tinta (obtención, procesamiento, envase)

Este grupo de productos es trasladado a través de diferentes medios de transportación (camiones, trenes, aviones y barcos) hacia la fábrica de producción de la bolsa de té. Sin embargo, todavía no termina el ciclo, una vez convertida en producto, la bolsa de té es distribuida hacia los clientes minoristas y mayoristas, es consumida y desechada.

Este es un ejemplo del modelo lineal de producción y consumo, sin embargo, a cada una de estas partes (plástico, papel, tinta, metal y té) y al producto final (bolsa de té) es posible alargarles el ciclo de vida, asociándoles distintas estrategias de economía circular, que corresponderán con los modelos de negocio que tengan las partes comprometidas. Por ejemplo: el plástico puede ser reciclado y el té reutilizado.

Pregunta de análisis:

1. Por cada tipo de componente, ¿Qué estrategias de economía circular se puede utilizar una vez llegada al fin de ciclo de vida para el que fue diseñada?
2. Por qué se dice que: “La economía circular es un modelo restaurador y regenerativo por intención y diseño”
3. A partir del estudio de los distintos actores de la cadena, hacer un análisis de éxito y fracaso respecto a su desempeño circular.

Luego de esta actividad, los estudiantes, deben conocer la relación entre los modelos de producción y consumo con las estrategias circulares. Con el análisis de ciclo de vida del producto y de cada una de sus partes, deben aprender a asociar las distintas estrategias circulares, al estrechamiento, ralentización y cierre del ciclo de los materiales. Además, deben entender la importancia del diseño del producto y del proceso, como aspectos primarios en una transformación circular. Por otro lado, a partir del análisis de casos de éxito y de fracaso de los distintos actores de la cadena de suministro, deben comprender el valor de la correcta gestión de los procesos logísticos y de distribución y el desarrollo de conciencia e iniciativas medioambientales, así como identificar y estudiar problemas, aplicando criterios para analizar sus causas y proponer soluciones efectivas.

En el aprendizaje activo, una actividad por sí sola no es suficiente para alcanzar los objetivos propuestos, no lo son además muchas actividades aisladas o poco prácticas, sobre todo, si se trata de desarrollar capacidades y competencias debe existir una metodología definida, con las estrategias claras

y los pasos y pautas necesarias para generar los cambios (Delgado Fernández M, 2022; Gutiérrez Fernández M, Romero Cuadrado MS and Solórzano García M, 2011). Por esta razón, es posible asociar a los ejemplos desarrollados otras metodologías y tipos de actividades dinámicas que contribuyan directamente al objetivo común: crear un vínculo entre estudiantes y profesores de Aprender-Enseñar-Aprender, con un enfoque multidireccional.

“El desarrollo económico y social está estrechamente relacionado con la existencia de recursos humanos que cuenten con las competencias que incluye los valores, conocimientos y las habilidades para la inserción en el mercado laboral” (Delgado Fernández M, 2021) por lo que es tarea fundamental de las entidades formadoras, crear profesionales a la altura de sus tiempos.

Conclusiones

Uno de los principales retos para la creación de sociedades sostenibles, es la transición hacia una economía circular. Esta transición requiere de un enfoque holístico, sistémico y multidisciplinario, además de un pensamiento circular que fusione aspectos sociotécnicos, gerenciales y ambientales.

La educación superior, desempeña un rol preponderante en el desarrollo de capacidades y competencias, al enfrentar los desafíos que constituyen los distintos contextos de producción y servicios actuales, puesto que, facilita la difusión, creación y generación de conocimientos a través de las distintas prácticas docentes.

Para generar capacidades en economía circular, no basta con dar a conocer la parte conceptual teórica, sino es necesario hacer comprender los nuevos retos, modelos de negocios y estrategias a implementar. El aprendizaje activo, constituye una estrategia decisiva ante las demandas formativas actuales, por lo que cada vez más se debe impulsar este tipo de aprendizaje en los centros educativos.

Los dos tipos de actividades desarrolladas en el artículo: Simulación con juegos o herramientas informáticas y Práctica de laboratorio de deconstrucción y foro/ debate sobre casos de éxito y fracaso en la cadena de suministro, tributan directamente a la puesta en práctica de las metodologías del aprendizaje activo, la primera es por naturaleza, la metodología simulación, que se relaciona además con el aprendizaje basado en equipos y el aprendizaje cooperativo, en la que los estudiantes expuestos a situaciones ambiguas, acompañadas de soluciones diversas, potencian su capacidad de resolución de problemas y la maduración de su pensamiento crítico, además de los retos que significan el trabajo

en equipo para la toma de decisiones alineadas, el pensamiento en sistema y la inteligencia emocional. La segunda mezcla las metodologías de aprendizaje basado en problemas y estudio de casos, que contribuyen a que los estudiantes adquieran una comprensión integral de las problemáticas o situaciones, un pensamiento holístico y crítico, para proponer soluciones adecuadas y tomar decisiones certeras en tiempo real.

Además de los tipos más conocidos de actividades educativas (conferencias, clases prácticas y seminarios) existen actividades más dinámicas, que promueven y desarrollan las competencias y capacidades necesarias a generar en los estudiantes para el tránsito circular: laboratorios, foros, juegos de simulación, póster científico, proyectos de investigación, estudios de casos, visitas técnicas, talleres y coaching. La correcta puesta en marcha de estos tipos de actividades y la alineación de las mismas con las fases del modelo de enseñanza- aprendizaje desarrollado en el artículo, significan, un factor clave del éxito para el desarrollo circular.

Como parte de la investigación, se continuarán consolidando los conocimientos y buenas prácticas necesarias, para la creación de un sistema de aprendizaje que tenga como objetivo fundamental, la generación de capacidades en economía circular; a partir de las competencias y capacidades, las distintas actividades educacionales y la base metodológica expuesta en este artículo.

Referencias bibliográficas

Aldaz, J. D., Cedillo, M., & Buchelli, L. (2016). Los talleres en las universidades como una alternativa y/o complemento para el desarrollo del conocimiento en las instituciones de enseñanza superior. In Memorias del segundo Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas: Por una educación innovadora, para un desarrollo humano sostenible (pp. 208-219). Instituto Superior Tecnológico Bolivariano. recuperado de: https://www.pedagogia.edu.ec/public/docs/Comision_2/los_talleres_en_las_universidades.pdf

Antikainen, M., Uusitalo, T., & Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an enabler of circular economy. *Procedia Cirp*, 73, 45-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>

Balboa, C. H., & Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Informador técnico*, 78(1), 82-90. recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4881026.pdf>

Belmonte, S. H. H., Gallegos, M. E. G., & Barrera, Y. C. Fortalecer la formación docente como requisito para lograr la excelencia educativa en la 4T. Educación y reforma en México, 101. recuperado de: [https://www.academia.edu/download/70119723/3 Libro Educacion y reforma e n Mexico Edicion digital 2020.pdf](https://www.academia.edu/download/70119723/3_Libro_Educacion_y_reforma_en_Mexico_Edicion_digital_2020.pdf)

Carvajal Tapia, A. E., & Carvajal Rodríguez, E. (2019). La importancia del rol docente en la enseñanza e investigación. Revista de Investigación psicológica, (21), 107-114. recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322019000100008&lng=es&tlng=es

Chizaryfard, A., Trucco, P., & Nuur, C. (2021). The transformation to a circular economy: framing an evolutionary view. Journal of Evolutionary Economics, 31, 475-504. doi: <https://doi.org/10.1007/s00191-020-00709-0>

De la Rosa Ruiz, D., Giménez Armentia, P., & De la Calle Maldonado, C. (2019). Educación para el desarrollo sostenible: el papel de la universidad en la Agenda 2030. recuperado de: <http://hdl.handle.net/10641/1691>

De los Rios, I. C., & Charnley, F. J. (2017). Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design. Journal of cleaner production, 160, 109-122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.130>

Ellen MacArthur Foundation. The circular economy in detail. recuperado de: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

Espaliat M. (2017). Economía circular y sostenibilidad. Nuevos enfoques para la creación de valor. recuperado de: [https://wolfypablo.com/documentacion/documentos/2017-10/710%20Economia circular y sostenibilidad.pdf](https://wolfypablo.com/documentacion/documentos/2017-10/710%20Economia_circular_y_sostenibilidad.pdf)

Fernández, M. D. (2021). Desarrollo de capacidades en la administración pública y empresarial. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 5(1), e163-e163. recuperado de: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/163>

Fernández, M. D. (2022). Industria 4.0 y competencias en la Transformación Digital. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 6(1), e212-e212. recuperado de: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/212>

Fernández, M. D., Escobar, J. M., Vázquez, J. C. P., & Rodríguez, D. P. (2022). Perfil de competencias de los directivos en Cuba y su aplicación en la agricultura. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 6(1), e194-e194. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5821770>

Fernández, T. D. (2018). Una apuesta innovadora para ciudades inteligentes y sostenibles: contribución para la superación de los cuadros en la administración pública. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2(1), 22-36. recuperado de: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/30>

Global Circularity Gap Report. *Circularity Gap Report 2020* (25 noviembre 2022). recuperado de: <https://pacecircular.org/sites/default/files/2020-01/Circularity%20Gap%20Report%202020.pdf>

Govindan, K., & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 278-311. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>

Gutiérrez Fernández, M., Romero Cuadrado, M. S., & Solórzano García, M. (2011). El aprendizaje experiencial como metodología docente: aplicación del método Macbeth. *Argos*, 28(54), 127-158. recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-16372011000100006&lng=es&tlng=es

Hernández, R. M., Orrego Cumpa, R., & Quiñones Rodríguez, S. (2018). Nuevas formas de aprender: La formación docente frente al uso de las TIC. *Propósitos y representaciones*, 6(2), 671-685. doi: <https://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.248>

Inchainge. *The Blue Connection: Circular Economy Business Game Simulation* (19 diciembre 2022) recuperado de: <https://inchainge.com/business-games/tbc/>

Informe Planeta Vivo 2022. *Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo* (10 noviembre 2022). recuperado de: https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf

MahmoumGonbadi, A., Genovese, A., & Sgalambro, A. (2021). Closed-loop supply chain design for the transition towards a circular economy: A systematic literature review of methods, applications and current gaps. *Journal of Cleaner Production*, 323, 129101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129101>

Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Lex: Revista de la Facultad de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Alas Peruanas*, 16(22), 301-334. doi: <http://dx.doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>

Martínez, I. L., Santos, A. C., Alonso, J. V., Triana, M. S. F., Fernández, T. D., Neumann, G., & Ruíz, A. C. (2022). Creando Capacidades: Hacia la Industria 5.0 en la formación de Ingenieros Industriales. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 6(2), e230-e230. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6817718>

Martí-Noguera, J. J., & Quezada, R. G. (2019). Construcción de un sistema de educación superior socialmente responsable en América Latina: Avances y desafíos. *Education Policy Analysis Archives*, 27, 97-97. doi: <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3925>

Moré Polanco, E. (2019). Modelo para gestionar la generación de capacidades de innovación. *Cofin Habana*, 13(2). recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612019000200011&lng=es&tlng=en

Morocho, F. R. A. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. doi: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>

Pawełek, J. G. (2013). El aprendizaje experiencial. Universidad de Buenos Aires. recuperado de: http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_5/1/3.Gomez_Pawełek.pdf

Perez, S., & Villagrà, J. Á. M. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(2), 210101-210118. doi: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101

Pishchulov G.V., Richter K.K., Pakhomova N.V., Tsenzharik M.K. (2018). A circular economy perspective on sustainable supply chain management: an updated survey. *St Petersburg State University*. doi: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2018.204>

Pontificia Universidad Católica de Chile. Temáticas docentes. Aprendizaje activo. Centro de Desarrollo Docente. Vicerrectoría Académica. Santiago de Chile (2022) recuperado de: <https://desarrollodocente.uc.cl>

Prieto-Sandoval, V., Jaca-García, C., & Ormazabal-Goenaga, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. recuperado de: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf

Puga García, A., & Madieto Albolatrach, M. (2007). Consideraciones sobre la clase taller en la formación del profesional en Ciencias Médicas. *Educación Médica Superior*, 21(3), 0-0. recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412007000300006&lng=es

Ramirez-Mendoza, R. A., Morales-Menendez, R., Iqbal, H., & Parra-Saldivar, R. (2018, April). Engineering Education 4.0:—proposal for a new Curricula. In 2018 IEEE Global

Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1273-1282). IEEE. doi: [10.1109/EDUCON.2018.8363376](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363376)

Resolución No. 2/2018. - Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior. Artículos: 1, 131, 134 y 135. recuperado de: <http://www.gacetaoficial.cu/>

Rodríguez, N. A. G. (2019). El desarrollo de competencias docentes para el fortalecimiento de la calidad educativa en la enseñanza superior. Revista Científica ECOCIENCIA, 6, 1-20. doi: <https://doi.org/10.21855/ecociencia.60.250>

Sunza-Chan, S. P. (2019). Desenvolvimento de competências para a orientação educativa na formação inicial de professores. Educación y Educadores, 22(3), 448-468. doi: <https://doi.org/10.5294/edu.2019.22.3.6>

Universidad Tecnológica de la Habana, José Antonio Echeverría (CUJAE). Ingeniería Industrial. Plan de Estudio E de Ingeniería Industrial. La Habana; 2018.

Weenk E, Henzen R. Mastering the Circular Economy: A Practical Approach to the Circular Business Model Transformation. Kogan Page Publishers; 2021 May 3. p. 126-690.

Weenk E. Using Business Simulation games in class: from add-on to add-in. Kogan Page. (2019). recuperado de: <https://www.koganpage.com/article/using-business-simulation-games-in-class-from-add-on-to-add-in>

World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2018 (9 diciembre 2022). recuperado de: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. Journal of Manufacturing Systems, 61, 530-535. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>