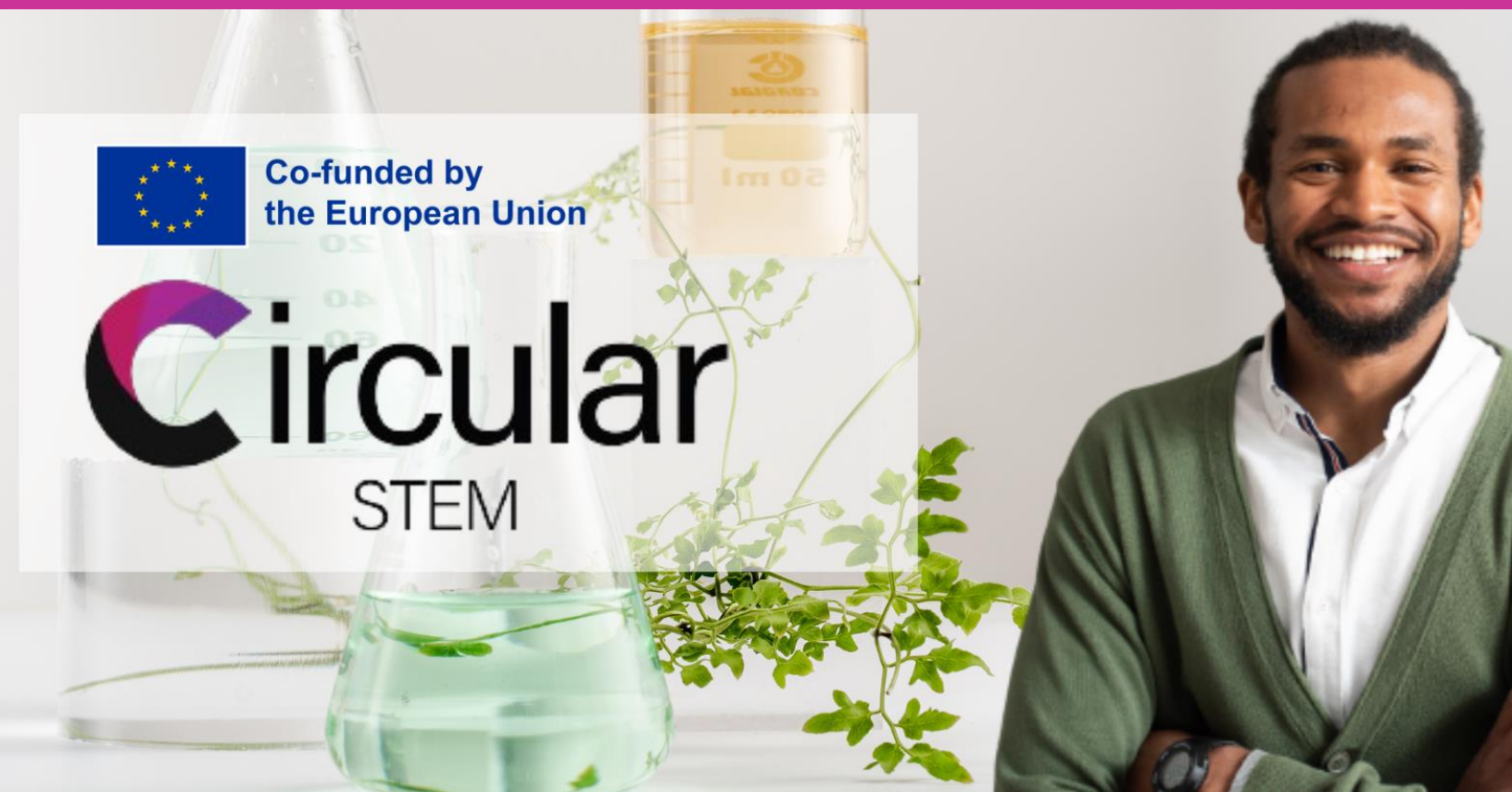




Documento político



Circular STEM

Fomento de las competencias en economía circular para los profesores STEM



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos. «Fomento de las competencias en economía circular para profesores STEM», número de proyecto 2022-1-PT01-KA220-SCH-000086954.

Documento político

Acrónimo del proyecto:

Circular STEM

Título del proyecto:

Fomento de las competencias en economía circular para profesores STEM

Número del proyecto:

2022-1-PT01-KA220-SCH-000086954

CONSORCIO:

- **Coordinador:**
 - Agrupamento de Escolas de Frazão Paços de Ferreira (Portugal) – <http://aefrazao.wix.com>
- **Socios:**
 - European Digital Learning Network ETS (Italia) – www.dlearn.eu
 - Instituto de Educación Contemporánea (ICE) (Serbia) - <https://www.linkgroup.eu/institutecontemporaryeducation>
 - Politeknika Ikastegia Txorierri (España) - www.txorierri.net
 - Universidad de Ciencias Aplicadas EKA (Letonia) - www.eka.edu.lv
 - EIT RawMaterials (Alemania) -

Sitio web:

<https://circularstem.eu/>

Redes sociales

 Circular STEM

 Circular STEM

Índice

Resumen ejecutivo.....	3
¿Por qué la economía circular en STEM y por qué ahora?	4
Contexto político	6
Resultados del proyecto	8
Retos políticos para integrar las competencias de la Economía Circular en la educación STEM	16
Recomendaciones políticas.....	19
Conclusión	25
Referencias	26

Resumen ejecutivo

El proyecto Circular STEM integra los principios de la economía circular (EC) en la enseñanza secundaria de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) con el fin de preparar a los estudiantes para la transición ecológica y digital de Europa. A pesar de los compromisos de la UE, como GreenComp, la mayoría de las escuelas carecen de los recursos, la formación y el apoyo político necesarios para integrar la EC de manera significativa en las aulas (Bianchi et al., 2022).

Lanzado en 2022 con financiación de Erasmus+, el proyecto ofrece un programa de formación para profesores de seis módulos, una plataforma de aprendizaje digital y un conjunto de herramientas con más de 80 recursos prácticos. Estas herramientas promueven el aprendizaje interdisciplinario, basado en proyectos e inclusivo.

Las pruebas piloto realizadas en tres países mostraron un fuerte impacto: los estudiantes se involucraron en los retos de la sostenibilidad y los profesores se sintieron capacitados para enseñar la EC. Sin embargo, siguen existiendo barreras sistémicas. Currículos fragmentados, brechas digitales y desigualdad de género persistente en las STEM.

Este documento aboga por reformas políticas urgentes en cuatro áreas: integración curricular, formación obligatoria del profesorado, inversión en herramientas digitales y estrategias de educación inclusiva. Circular STEM ofrece un modelo probado y escalable para integrar la sostenibilidad en las STEM; lo que se necesita ahora es una acción política audaz.

¿Por qué la economía circular en STEM y por qué ahora?

Las transiciones medioambientales y digitales de Europa exigen una transformación en nuestra forma de educar. La educación STEM, asociada desde hace tiempo al conocimiento técnico y la innovación, debe responder ahora a los urgentes retos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos. Los principios de la EC proporcionan un marco oportuno y necesario para guiar este cambio.

El modelo de la economía circular va más allá del enfoque lineal de extraer, fabricar y desechar. Se centra en la regeneración de recursos, la minimización de residuos, el rediseño de sistemas y la sostenibilidad a largo plazo. La integración de la economía circular en las materias STEM proporciona a los estudiantes una comprensión más aplicada de los conocimientos científicos. Les ayuda a ver la química, la física, la biología y la ingeniería como herramientas para resolver problemas del mundo real, y no solo como disciplinas académicas.

A pesar de décadas de esfuerzos a nivel de la UE para promover la educación medioambiental a través de estrategias como GreenComp y el Espacio Europeo de Educación, la EC sigue estando ausente en la mayoría de los planes de estudios nacionales de STEM. Cuando se aborda la sostenibilidad, a menudo es de forma fragmentada, opcional o desconectada del aprendizaje básico de STEM. Los profesores señalan la falta de apoyo institucional, de desarrollo profesional y de acceso a recursos útiles para el aula. También persisten las desigualdades, ya que las niñas y los estudiantes de comunidades desfavorecidas siguen estando infrarrepresentados tanto en las carreras STEM como en las de habilidades ecológicas (Bianchi et al., 2022; Comisión Europea, 2020).

El proyecto Circular STEM se puso en marcha para abordar estas brechas. Combina la formación del profesorado, las pedagogías interdisciplinarias y una plataforma de aprendizaje digital para llevar la EC a las aulas. La iniciativa apoya a los

educadores a través de un programa de formación modular y un conjunto de recursos que se ajusta a los marcos de la UE, incluidos GreenComp, DigComp y EntreComp. También hace hincapié en la educación inclusiva y centrada en el alumno, colaborando con iniciativas como [Girls Go Circular](#) y , que dan prioridad al acceso de los grupos infrarrepresentados (Bacigalupo et al., 2016; Bianchi et al., 2022; Vuorikari et al., 2022).

Este documento de política se basa en los resultados, las metodologías y las lecciones aprendidas del proyecto Circular STEM, y traduce sus enfoques innovadores en recomendaciones políticas concretas destinadas a integrar la educación sobre la economía circular en las asignaturas STEM de las escuelas secundarias de toda la UE. Ofrece recomendaciones basadas en datos empíricos para incorporar las competencias de la economía circular en los sistemas educativos STEM de toda Europa. El fortalecimiento de estos vínculos no es solo una cuestión de reforma curricular, sino de garantizar que la próxima generación pueda conducir a Europa hacia un futuro más sostenible, equitativo y resiliente.

Contexto político

El Pacto Verde Europeo e iniciativas como GreenComp, el Espacio Europeo de Educación y el Plan de Acción para la Educación Digital (2021-2027) hacen hincapié en el papel de la educación en las transiciones ecológicas y digitales de Europa, y piden que se incorpore la sostenibilidad en los planes de estudios y se imparta formación continua al profesorado. Sin embargo, la aplicación sigue siendo desigual en toda Europa (Bianchi et al., 2022; Comisión Europea, 2020).

El proyecto Circular STEM (2022-2025) aborda esta laguna reforzando la integración de las competencias de EC en la educación STEM. Este documento político se basa en las conclusiones de los grupos de discusión celebrados en Italia, España, Portugal, Alemania, Letonia y Serbia con más de 60 educadores y expertos en STEM (septiembre-octubre de 2023). Estos debates, junto con una revisión de los planes de estudios y los recursos nacionales, permitieron identificar las lagunas en la integración de la EC y sirvieron de base para los futuros recursos de formación y enseñanza del proyecto.

Principales conclusiones del informe

- En Italia y España, la EC se debate más en el contexto de la educación cívica que en los cursos de ciencia o tecnología. La formación del profesorado en materia de sostenibilidad es escasa o voluntaria.
- Alemania ofrece autonomía curricular a las escuelas, pero la integración de la EC en las materias STEM es poco común y depende de iniciativas individuales.
- En Serbia, la EC no está presente en los planes de estudios nacionales y no existe una formación docente formal sobre el tema. Los educadores muestran un gran interés por la sostenibilidad, pero la falta de recursos y orientación impide su implementación.
- Letonia y Portugal muestran algunos ejemplos prometedores de proyectos de sostenibilidad en las escuelas, pero no existe un marco nacional para integrar la EC en el aprendizaje de las STEM.

En todos los países, los profesores señalan la falta de formación estructurada, materiales didácticos y acceso a recursos digitales para incorporar la EC en sus materias. También hay poca coordinación entre las estrategias educativas nacionales y las herramientas políticas a nivel de la UE, como GreenComp.

Lagunas identificadas y valor añadido de Circular STEM

Las principales carencias identificadas a través de los grupos de discusión nacionales y la revisión de documentos incluyen:

- Baja integración de las competencias de EC en las materias básicas de STEM, debido a la ausencia de marcos claros, ejemplos y apoyo institucional.
- Formación y desarrollo profesional insuficientes del profesorado, especialmente en lo que se refiere a la enseñanza interdisciplinar y al uso de pedagogías centradas en el alumno y basadas en retos.
- El desequilibrio de género en la educación STEM sigue siendo un problema persistente, con una representación insuficiente de mujeres en las carreras científicas y tecnológicas en todos los países.

El proyecto Circular STEM aborda directamente estos retos mediante:

- El desarrollo de metodologías y recursos prácticos para integrar las competencias de EC en la educación STEM, en consonancia con GreenComp.
- El apoyo a los profesores a través de vías estructuradas de desarrollo profesional continuo que promuevan la alfabetización digital, la enseñanza de la sostenibilidad y las prácticas inclusivas en el aula.
- Promover enfoques sensibles al género para involucrar a todos los alumnos en campos relevantes para el futuro.

Al responder a las necesidades reales sobre el terreno, este documento político tiene como objetivo superar la brecha entre las ambiciones de la UE y la realidad de las aulas, contribuyendo a un enfoque más coherente, eficaz e inclusivo de la enseñanza de la EC a través de las materias STEM.

Resultados del proyecto

Como se ha mencionado, el proyecto Circular STEM tiene como objetivo dotar a los profesores de las herramientas y metodologías necesarias para integrar los principios de la EC en la educación STEM. Gracias al desarrollo colaborativo entre los socios del proyecto, las aportaciones de las partes interesadas y las pruebas de campo, el proyecto ha dado lugar a un programa de formación completo y una plataforma de aprendizaje electrónica que darán vida a la EC en las aulas. Los resultados respaldan el objetivo de integrar las competencias en materia de sostenibilidad entre los estudiantes, mediante un enfoque emprendedor y digitalmente empoderado, fomentando los conocimientos técnicos, la conciencia ética y una mentalidad con visión de futuro.

Descripción general de los módulos de formación

La metodología de formación consta de seis módulos que combinan el aprendizaje teórico con actividades prácticas, haciendo hincapié en la aplicación en el mundo real, la alfabetización digital y el pensamiento crítico. La estructura de la formación se basó en un marco integrado desarrollado por los socios del proyecto y probado mediante actividades piloto.



FIGURA1 . MÓDULOS

Módulo 1. Introducción a la Economía Circular

Se centra en los principios clave de la economía circular, las comparaciones entre los modelos lineales y circulares, los beneficios económicos y tecnológicos de la economía circular, la explicación del ecodiseño y las aplicaciones en la vida real. Incluye actividades interactivas como la creación de infografías y el “upcycling” doméstico.

Módulo 2. Sostenibilidad medioambiental e impacto

Abarca el cambio climático, la biodiversidad, el consumo responsable, las energías renovables y marcos políticos como el Pacto Verde Europeo. Incluye simulaciones y juegos para el aprendizaje digital.

Módulo 3. STEM en la Economía Circular

Demuestra la aplicación interdisciplinaria de las STEM para la EC, mostrando innovaciones en reciclaje, energía y optimización de recursos. Incluye retos para los estudiantes y casos prácticos del mundo real.

Módulo 4. Alfabetización digital y herramientas en la Economía Circular

Explora la aplicación de tecnologías digitales como el IoT, la RA/RV, el blockchain y el software de simulación para comprender y gestionar los sistemas circulares. Incluye plataformas colaborativas y talleres virtuales.

Módulo 5. Retos y proyectos de la Economía Circular

Presenta proyectos reales y propuestos que abordan retos de la EC, como la prolongación de la vida útil de los productos y la reutilización de recursos (por ejemplo, posos de café, aceite usado, residuos de la moda). Incluye trabajos en grupo y actividades de laboratorio.

Módulo 6. Trayectorias profesionales y tendencias futuras

Ayuda a los estudiantes y profesores a explorar las nuevas opciones profesionales en la economía circular y la sostenibilidad, cubriendo las tendencias futuras, las funciones laborales, las habilidades y el desarrollo profesional.

Resumen de las actividades piloto

Las actividades piloto fueron llevadas a cabo por las escuelas asociadas al proyecto para evaluar la relevancia, el nivel de participación y el valor educativo de los materiales de formación. Las actividades se realizaron con alumnos de Politeknika Txorierri, Agrupamento de Escolas de Frazão y el Instituto de Educación Contemporânea (ICE). Estas actividades ayudaron a los alumnos a comprender los conceptos de sostenibilidad, aplicar los conocimientos de la EC en situaciones de la vida real y desarrollar competencias clave de los marcos GreenComp y DigComp.



Las actividades que se llevaron a cabo abarcaron temas como el diseño ecológico, el consumo sostenible, el cambio climático, la agricultura eficiente en el uso de los recursos y la reducción de residuos. Los alumnos exploraron los principios del diseño ecológico y la economía circular mediante la creación de infografías y vídeos, lo que les ayudó a profundizar en su comprensión de las ideas de sostenibilidad de una manera creativa.

También abordaron el impacto medioambiental de la moda rápida mediante el reciclaje creativo de textiles viejos y la organización de un mercadillo de segunda mano.

Además, los estudiantes participaron en actividades prácticas como la creación de un jardín hidropónico, para aprender sobre técnicas agrícolas innovadoras y sin suelo; y también participaron en un experimento en el que transformaron aceite de cocina en jabón,

para que pudieran darse cuenta de que los residuos cotidianos pueden reutilizarse y reciclarse.

Estas actividades piloto respaldaron la eficacia de los módulos de formación para mejorar la comprensión de la EC por parte de los alumnos. Demostraron cómo la EC puede introducirse fácilmente en la educación STEM a través del aprendizaje interdisciplinario y práctico que fomenta la resolución de problemas, la innovación y una mentalidad orientada a la sostenibilidad. Los educadores consideraron que la estructura de la formación era flexible y adaptable a diversos contextos docentes, lo que les permitía incorporar los principios de la EC tanto en las lecciones teóricas como en las actividades prácticas.

Módulos de formación y caja de herramientas

El proyecto Circular STEM, centrado en la mejora de las competencias de EC en la educación STEM, ha dado lugar a la creación de un entorno de aprendizaje digital

de alta calidad. Como complemento a los seis módulos, se encuentra la caja de herramientas Circular STEM, un recurso básico que ofrece más de 80 herramientas y materiales. La caja de herramientas se divide en cinco partes temáticas principales, cada una de ellas alineada con objetivos de aprendizaje específicos:

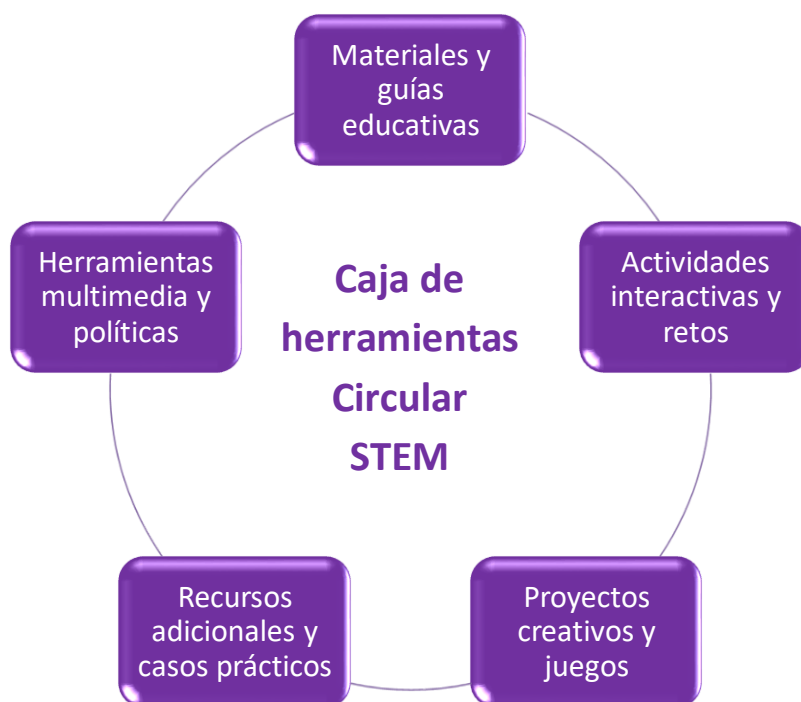


FIGURA2 . CAJA DE HERRAMIENTAS

Materiales y guías educativas: incluye lecciones introductorias y recursos conceptuales, como «Cuestionando las ideas preconcebidas», «Diseñando para una economía circular» y vídeos temáticos.

Actividades interactivas y retos: herramientas prácticas como «Análisis del ciclo de vida del producto», «Guerrero de la huella ecológica» y retos en equipo diseñados para fomentar la resolución de problemas y la colaboración.

Proyectos creativos y juegos: tareas prácticas y fáciles de realizar para los estudiantes, como concursos de “upcycling”, lluvia de ideas para negocios

circulares y juegos como el «Circular Economy Puzzle» (rompecabezas de la economía circular).

Herramientas multimedia y políticas: una mezcla diversa de infografías, informes de investigación, simulaciones de políticas (por ejemplo, la Cumbre Mundial sobre Políticas Climáticas) y vídeos.

Recursos adicionales y casos prácticos: herramientas relacionadas con el clima (por ejemplo, calculadora de huella ecológica, Climate Reanalyzer), casos prácticos y herramientas de evaluación, incluyendo cuestionarios y tareas de autoevaluación.

La caja de herramientas combina materiales de nueva creación con recursos externos cuidadosamente seleccionados, lo que permite múltiples estilos de aprendizaje y formatos de enseñanza. Está diseñada para ser adaptable, interactiva e inclusiva.

Pruebas y participación de los profesores

La plataforma y sus recursos se sometieron a dos fases de pruebas estructuradas para garantizar su calidad, utilidad y relevancia:

Durante la “Prueba Alfa”, realizada por el personal interno del proyecto en seis instituciones asociadas, los profesores evaluaron el diseño, el contenido, la interactividad y la utilidad general de la plataforma. Elogiaron la estructura lógica, la riqueza de los recursos y la facilidad de navegación. Se hicieron recomendaciones para mejorar el tamaño de la fuente, la compatibilidad con dispositivos móviles, la accesibilidad del foro y la visibilidad de los componentes interactivos. Estos comentarios se tuvieron en cuenta directamente para perfeccionar la plataforma.

En la “Prueba Beta” participaron 15 profesores externos de tres países socios que no habían

participado anteriormente en el proyecto. Sus evaluaciones fueron abrumadoramente positivas, y la mayoría puntuó la plataforma y los materiales entre 8 y 10 sobre 10 en todas las categorías. Los profesores apreciaron la claridad y la practicidad del contenido, así como su alineación con

los planes de estudio escolares. Entre las sugerencias se incluyeron la adición de un mapa visual de recursos y mejoras en la funcionalidad de visualización de documentos. El equilibrio entre teoría y práctica de la caja de herramientas, junto con la integración de juegos y retos, fue especialmente bien recibido.

«La plataforma es funcional e intuitiva, y ofrece recursos educativos actualizados y bien estructurados. La caja de herramientas contiene contenidos ricos y prácticos, en consonancia con los principios de la economía circular. El entorno digital es muy interactivo, lo que lo hace atractivo para los usuarios».

Mónica Costeira

Herramientas digitales e inclusión

Una de las principales fortalezas de la plataforma Circular STEM es su integración de herramientas digitales y prácticas inclusivas. El entorno Moodle permite la

exploración independiente y a ritmo propio, mientras que los vídeos, cuestionarios, simulaciones y foros integrados fomentan la participación. Los materiales se desarrollaron para adaptarse a diferentes perfiles de los alumnos y contextos de enseñanza, prestando especial atención a la accesibilidad, la legibilidad de la pantalla y la compatibilidad de los dispositivos.

Aunque el idioma principal es el inglés, los comentarios de los participantes pusieron de relieve la necesidad de ofrecer apoyo multilingüe y una navegación simplificada para garantizar una mayor accesibilidad, especialmente para los hablantes no nativos y los usuarios de dispositivos móviles. Estas mejoras se están estudiando actualmente para la versión final de la plataforma.

Retos políticos para integrar las competencias de la Economía Circular en la educación STEM

La integración de las competencias en economía circular en la educación STEM plantea varios retos políticos fundamentales que obstaculizan el cambio sistémico en los sistemas educativos europeos. Los más acuciantes son la fragmentación de los planes de estudios, el acceso desigual a la formación del profesorado, la falta de recursos didácticos prácticos y las persistentes disparidades de género en los ámbitos relacionados con las STEM. Para superar estas barreras es necesario adoptar medidas armonizadas tanto a nivel europeo como nacional, respaldadas por marcos curriculares alineados, políticas de desarrollo profesional del profesorado y estrategias de inclusión.

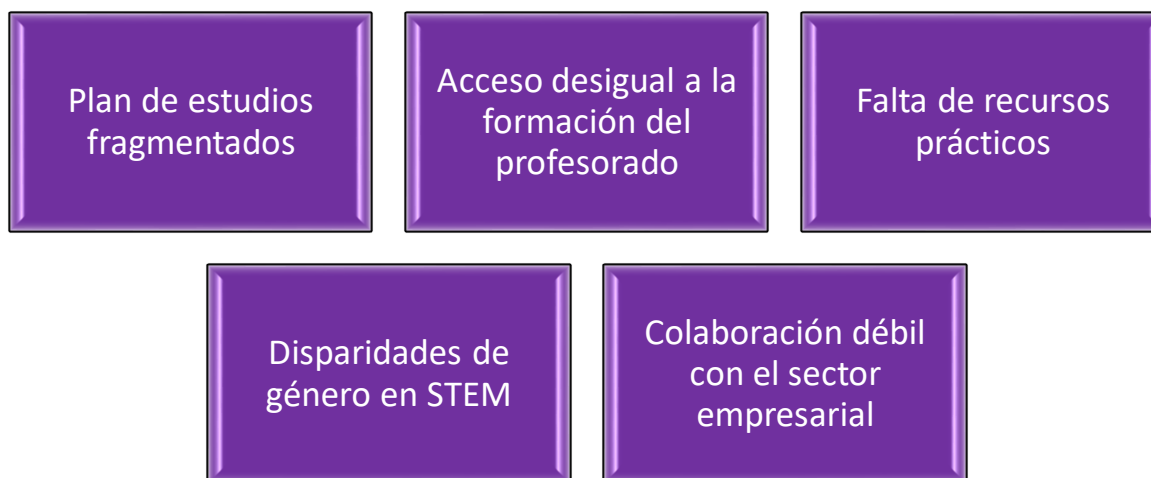


FIGURA3 . RETOS POLÍTICOS

Planes de estudios fragmentados

La fragmentación de los planes de estudios sigue siendo un reto estructural en todos los Estados miembros de la UE. En Portugal, por ejemplo, a pesar de las recientes reformas, como el Perfil *dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*

(2017), que promueve competencias clave como la sostenibilidad y la resolución de problemas, su aplicación en las distintas disciplinas sigue siendo desigual. Del mismo modo, iniciativas europeas como el Espacio Europeo de Educación (Comisión Europea, 2020) abogan por enfoques curriculares más coherentes, pero la integración de los temas de la EC en las materias STEM sigue siendo esporádica. Una política eficaz debe garantizar que los conceptos de la EC se incorporen como temas transversales en toda la educación científica, tecnológica, ingeniería y matemática, tal y como se recomienda en el marco GreenComp (Bianchi et al., 2022).

Acceso desigual a la formación del profesorado

El acceso a la formación continua que incluye competencias de EC es desigual. La Estrategia Nacional Portuguesa para la Educación Ambiental 2020 (ENEA 2020) promueve la educación ambiental a lo largo de toda la vida, pero carece de un enfoque específico sobre la EC dentro de las STEM. A nivel de la UE, el Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 destaca la necesidad de formar al profesorado en competencias ecológicas y digitales, pero su aplicación depende en gran medida de las estructuras nacionales. Se necesita una política coordinada para imponer y financiar el DPC relacionado con la EC, en particular utilizando formatos flexibles y modulares que se adapten a los diferentes horarios y contextos de los docentes (Agência Portuguesa do Ambiente 2017; Comisión Europea 2020).

Falta de recursos prácticos

Muchos educadores carecen de acceso a materiales didácticos atractivos y relacionados con el mundo real. Iniciativas como la [Academia de Circular STEM](#) (desarrollada en el marco de este proyecto) y el repositorio de recursos de European Schoolnet pretenden colmar esta laguna, pero es necesario ampliar su difusión e integración en los planes de estudios oficiales. La reforma del plan de estudios portugués «Aprendizagens Essenciais» permite cierta flexibilidad para el

aprendizaje contextualizado y basado en proyectos, pero no se da prioridad explícita a los temas de EC.

Disparidades de género en STEM

La infrarrepresentación de las mujeres en STEM, especialmente en campos relacionados con la ingeniería y la tecnología, sigue planteando un reto importante. Las políticas europeas, incluida la Estrategia de Igualdad de Género 2020-2025, y las iniciativas educativas portuguesas (como «Engenheiras por um Dia») promueven enfoques inclusivos en materia de género, pero para lograr un impacto sostenido es necesario llevar a cabo una reforma estructural de los planes de estudios y aplicar estrategias pedagógicas inclusivas. La incorporación de temas de EC, que resuenan fuertemente con los valores del cuidado, la equidad y la responsabilidad orientada al futuro, puede ayudar a atraer a más mujeres a las STEM, conectando la ciencia con la relevancia social.

Para superar estos retos, los responsables políticos de la UE y nacionales deben promulgar reformas específicas que alineen los planes de estudios con los principios de la EC, garantizar el acceso equitativo a la formación del profesorado, invertir en recursos docentes de alta calidad y promover la equidad de género en la educación STEM. La alineación de estos esfuerzos con marcos como GreenComp, ENEA 2020 y Perfil dos Alunos puede garantizar un cambio significativo y sostenible.

Débil colaboración con el sector empresarial

La colaboración entre las escuelas/universidades y las empresas que se dedican a prácticas circulares sigue sin contar con un apoyo suficiente por parte de las políticas públicas. Se echan en falta programas que vinculen la educación STEM con el contexto real de la economía circular, como prácticas, proyectos interdisciplinarios o retos industriales. Esta desconexión limita la adquisición de habilidades prácticas por parte de los estudiantes y el potencial de innovación conjunta entre los sectores educativo y empresarial.

Recomendaciones políticas



FIGURA4 . RECOMENDACIONES POLÍTICAS

Reforma curricular

La integración de los principios de la EC en la educación STEM requiere un cambio de la enseñanza tradicional y compartimentada de las materias a un modelo interdisciplinario y centrado en el alumno que refleje los retos interconectados del siglo XXI. El proyecto Circular STEM promueve la incorporación de los conceptos de la EC en todas las disciplinas STEM utilizando problemas de sostenibilidad locales y de la vida real que resuenan en los estudiantes y apoyan el pensamiento sistémico.

La formación desarrollada en el proyecto apoya este enfoque mediante el aprendizaje basado en proyectos, métodos basados en la investigación y la integración de herramientas digitales. Las lecciones incorporan el ecodiseño, el pensamiento basado en el ciclo de vida, la gestión de la energía y los recursos, y la innovación sostenible, todo ello en contextos STEM familiares.

Los planes de estudio deben alinearse con el marco GreenComp, fomentando competencias como el pensamiento sistémico, la adaptabilidad y la actuación en favor de la sostenibilidad. Los módulos deben ser modulares, flexibles y diseñados conjuntamente con los profesores, lo que permite alinearlos con las prioridades educativas nacionales y las realidades del aula.

Recomendaciones políticas clave:

- Integrar la EC en los planes de estudios nacionales de STEM a través de retos interdisciplinarios de la vida real.
- Alinear el contenido curricular con GreenComp, EntreComp y DigComp para apoyar el pensamiento sistémico y la innovación.
- Proporcionar herramientas curriculares que apoyen la implementación localizada y el trabajo práctico en proyectos.

Formación del profesorado y desarrollo profesional continuo (DPC)

Para integrar con éxito la educación en la EC en STEM, los profesores deben estar equipados con los conocimientos, las herramientas y las estrategias pedagógicas adecuadas. El proyecto Circular STEM ha desarrollado un programa integral de formación del profesorado que consta de seis módulos y abarca los fundamentos de la EC, el impacto medioambiental, las aplicaciones STEM, las herramientas digitales, los retos del mundo real y las trayectorias profesionales ecológicas.

La formación se basa en los marcos GreenComp, EntreComp y DigComp, y hace hincapié en el aprendizaje activo, inclusivo y sensible al género. Los profesores participan en simulaciones, pensamiento de diseño, análisis de datos y actividades digitales colaborativas para ganar confianza en la impartición de contenidos STEM relacionados con la EC.

La formación se imparte a través de una plataforma de aprendizaje electrónica flexible, la [Academia de Circular STEM](#), que ofrece contenidos modulares a ritmo propio, accesibles a todos los educadores, independientemente de su origen o ubicación.

Recomendaciones políticas clave:

- Imponer un desarrollo profesional continuo alineado con GreenComp para todos los educadores STEM, haciendo hincapié en la integración de la EC.
- Apoyar la acreditación nacional de recursos de aprendizaje electrónico modulares y flexibles para profesores.
- Promover las redes de profesores y las comunidades de práctica para ampliar los métodos innovadores de enseñanza de la EC-STEM.
- Garantizar la inclusividad incorporando estrategias de igualdad de género y empoderamiento digital en el desarrollo profesional continuo.

Innovación digital

En el contexto de Circular STEM, la innovación digital no es un complemento, sino un factor habilitador fundamental. La integración de los principios de la EC en las STEM depende de que los profesores tengan acceso a herramientas digitales, plataformas y formación que den vida a conceptos complejos e interdisciplinarios de forma práctica y atractiva.

Para ayudar a subsanar esa carencia, el proyecto desarrolló la [Academia de Circular STEM](#), una plataforma de aprendizaje digital gratuita y de acceso libre. Ofrece planes de estudio, módulos de formación, kits de herramientas y guías de actividades que siguen el marco GreenComp. Creada por y para profesores, la plataforma ayuda a los educadores a sentirse más seguros y capaces de enseñar temas de EC utilizando métodos centrados en el alumno y ejemplos del mundo real.

La plataforma también fomenta el aprendizaje colaborativo. Los profesores pueden compartir experiencias, adaptar los materiales a sus contextos locales y co-crear lecciones que conecten la EC con las materias básicas de STEM. Las pruebas piloto realizadas en escuelas asociadas demostraron que los profesores son mucho más propensos a enseñar la EC cuando tienen acceso a recursos digitales de alta calidad, localizados y fáciles de usar.

Para apoyar la implementación, el proyecto también ofrece orientación práctica para integrar la alfabetización digital y la tecnología en la formación en EC-STEM.

Los profesores reciben formación no solo sobre qué enseñar, sino también sobre cómo utilizar las herramientas digitales para la sostenibilidad, el análisis de datos y el pensamiento sistémico en sus aulas.

Recomendaciones políticas clave:

- Financiar y ampliar las plataformas de EC-STEM de código abierto utilizando como modelo la [Academia de Circular STEM](#).
- Exigir una formación profesional continua digital alineada con GreenComp para los educadores STEM.
- Proporcionar dispositivos, infraestructura y apoyo a la conectividad a las escuelas rurales y de bajos ingresos para garantizar el acceso universal al aprendizaje de la EC-STEM.
- Fomentar la colaboración público-privada para crear recursos de aprendizaje interactivos y gamificados adaptados a los temas de EC.
- Promover la integración digital en los módulos de formación del profesorado utilizando el marco de alfabetización digital Circular STEM.

Un cuerpo docente equipado digitalmente, respaldado por contenidos de alta calidad y autonomía pedagógica, es esencial para impartir una educación en sostenibilidad que sea accesible y esté preparada para el futuro.

Equidad e inclusión

El cambio hacia una economía circular debe ser justo, inclusivo y representativo de todas las comunidades. En colaboración con iniciativas como [Girls Go Circular](#), Circular STEM forma a los profesores para que apliquen prácticas inclusivas en materia de género y crean aulas en las que las mujeres y los alumnos marginados se sientan bienvenidos en los espacios STEM y de sostenibilidad. Los materiales del proyecto se elaboran teniendo en cuenta la diversidad cultural y lingüística, de modo que los alumnos puedan ver reflejadas sus propias experiencias en lo que aprenden.

Al basar la enseñanza en enfoques centrados en el alumno y basados en proyectos, y al anclar las lecciones de STEM en los retos locales de sostenibilidad, el proyecto

ayuda a los estudiantes a ver cómo la ciencia se conecta con su vida cotidiana. Esto no solo mejora el compromiso, sino que crea un sentido más profundo de pertenencia y propósito, especialmente para los estudiantes de las comunidades más afectadas por el cambio climático.

La equidad también está integrada en la forma en que se imparte la formación del profesorado. Los módulos hacen hincapié en la comunicación, la colaboración, la justicia social y la autoeficacia, y preparan a los educadores para fomentar aulas inclusivas que vayan más allá de simplemente marcar una casilla.

Recomendaciones políticas clave:

- Integrar métodos de enseñanza sensibles al género en los programas de formación de EC-STEM para que los educadores puedan identificar y cuestionar los prejuicios inconscientes en el aula.
- Diseñar materiales de aprendizaje de EC-STEM que reflejen las realidades culturales y lingüísticas de los estudiantes de todas las regiones.
- Establecer métricas inclusivas, como la retroalimentación de los estudiantes, el alcance regional y el equilibrio de género, para evaluar la eficacia de los programas de EC-STEM.
- Proporcionar financiación para programas de participación comunitaria, divulgación y tutoría entre pares que incluyan las voces de las minorías en los debates y las aulas de EC-STEM.
- Incorporar itinerarios de aprendizaje de EC-STEM inclusivos en materia de género en las estrategias educativas nacionales, reforzar y formalizar las colaboraciones con programas como [Girls Go Circular](#).
- Fomentar que los programas de preparación de docentes utilicen una pedagogía basada en proyectos, que mejora el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento sistémico.

La inclusión y la equidad no son objetivos secundarios. Son esenciales para crear una transición ecológica exitosa. La educación STEM debe beneficiar a todos si se quiere ayudar a la transición hacia una economía circular. Esto implica garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su género, origen o lugar de

residencia, dispongan de los recursos, los conocimientos y la seguridad en sí mismos necesarios para crear un futuro más sostenible.

Conclusión

El proyecto Circular STEM representa un paso fundamental para alinear la educación con los objetivos de sostenibilidad y transformación digital de Europa. Ofrece un modelo escalable para integrar los principios de la EC en la educación STEM a través de enfoques prácticos, flexibles e inclusivos. Al dotar a los profesores de formación modular, herramientas digitales y recursos interdisciplinarios, el proyecto capacita a los educadores para transformar las aulas en incubadoras de consciencia climática y solucionadores de problemas preparados para el futuro.

Sin embargo, su impacto generalizado depende de un apoyo político coherente. Esto incluye la integración de contenidos de EC en los planes de estudios STEM, la obligatoriedad de una formación docente alineada con Green Comp, la garantía de un acceso digital universal y la eliminación de las persistentes desigualdades. Los responsables políticos deben actuar ahora para garantizar que estas innovaciones no sean iniciativas aisladas, sino prácticas integradas e institucionalizadas.

La educación es la base de un futuro sostenible. Circular STEM muestra cómo se puede construir esa base: con creatividad, colaboración y un claro compromiso con la equidad. Las herramientas están listas. La visión está definida. El siguiente paso es la escala.

Referencias

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental – ENEA 2020*.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2020). *Plano de ação para a economia circular em Portugal 2020–2025*. Ministério do Ambiente e da Ação Climática.
- Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., & Van den Brande, L. (2016). *EntreComp: The entrepreneurship competence framework* [JRC Science for Policy Report]. Publications Office of the European Union.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp – The European sustainability competence framework* [JRC Science for Policy Report]. European Commission.
- Circular Economy Forum. (2022). *Educação e competências para a economia circular em Portugal*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- European Environment Agency. (2021). *Bridging the skills gap for the circular economy*.
- European Commission. (2020). *Gender equality strategy 2020–2025*.
- European Commission. (2020). *Communication on achieving the European Education Area by 2025*.
- European Commission. (2020). *Digital education action plan 2021–2027*.
- Ministério da Educação. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*.
- Ministério da Presidência e da Modernização Administrativa. (n.d.). *Programa Engenheiras por um dia*.
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes* [JRC Science for Policy Report]. Publications Office of the European Union.