Número de proyecto: 2023 -1-RO01-KA220-HED-000166242

Kit de inicio del EDU4plasticircular

WP3 - Diseño de contenido digital

EDU4Plasticircular

Creado por miembros del consorcio EDU4PlastiCircular.

Fecha: septiembre de 2025 – mayo de 2026

Reconocimiento

El presente kit de inicio (manual electrónico) se ha desarrollado en el contexto de la implementación del proyecto EDU4PlastiCircular (https://microplastics.today/ Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente la s de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a todos los revisores anónimos (tanto de nuestras universidades como externos, pertenecientes a otras instituciones de educación superior, ONG y empresas) que generosamente dedicaron su tiempo y experiencia a la definición de este perfilador (resultado de la investigación). Sus valiosas aportaciones y co mentarios han enriquecido significativamente este trabajo.

Algunos argumentos y esquematizaciones de este documento se crearon con la ayuda de herramientas de IA generativa (p. ej., ChatGPT, Copilot, Gemini, NotebookLM) como oraciones refinadas basadas en las ideas y desarrollos de los autores. Posteriormente, el contenido correspondiente fue revisado por pares por los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular (revisión cruzada entre socios). Para obtener más información sobre el alcance y la naturaleza de l uso de la IA, póngase en contacto con el autor.

Consorcio del proyecto EDU4PlastiCircular

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Lista de autores:

- Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP, As. Dra. Maria – Elena BOATCA – BARABAS, Profesora Dr. Andra DIACONESCU, Profesora Dr. Alin GAUREANU, Profesora Dr. Caius LUMINOSU, Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
- Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI, Prof. Camelia DRAGHICI, Assoc. Prof. Cristina BOGATU, Asoc. Prof. Ileana MANCIULEA, Lic. Maria COVEI, Prof. Liliana ROGOZEA, Universidad Transilvania de Brasov, Rumania
- Prof. Santiago FERRÁNDIZ, Prof. Octavio FENOLLAR,Asoc. Prof. Juan LÓPEZ, As. Dr. Daniel GARCIA, Ass. Dra. María Dolores SAMPER, Universitat Politècnica de València, España
- Prof. Elena Cristina RADA, Prof. Fabio Conti, Prof. Vincenzo Torretta, Dra. Lucrezia MAGGI, Universidad de Insubria, Italia
- Prof. Valerij DERMOL, Alenka DERMOL, Špela DERMOL, DERMOL, Eslovenia
- Asistir. Prof. Dra. Anja BUBIK, Asistente Katrin ŠKOLNIK ŠKRABE MSc, Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia

Derechos y permisos:

Copyright: © 2024 por los autores. Enviado para publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Contribución de los autores por capítulo

Capítulo	Autores	Institución asociada
1	Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP, Prof. Geroge DRAGHICI	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
	Prof. Valerij DERMOL, Alenka DERMOL, Špela DERMOL	DERMOL, Eslovenia
2	Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP, As. Dra. María – Elena BOATCA, Profesora Dra. Andra DIACONESCU, As. Doctor en Filosofía. Cristiana Iulia RUS, Profesora Dr. Alin GAUREANU, Profesora Dr. Caius LUMINOSU, Claudia Cordea	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
	Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI, Prof. Camelia DRAGHICI, Assoc. Prof. Cristina BOGATU, Asoc. Prof. Ileana MANCIULEA, Lic. María COVEI, Prof. Liliana ROGOZEA	Transilvania Universidad de Brasov, Rumania
3	Prof. Valerij DERMOL, Alenka DERMOL, Špela DERMOL	DERMOL, Eslovenia
	Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI, Prof. Camelia DRAGHICI, Assoc. Prof. Cristina BOGATU, Asoc. Prof. Ileana MANCIULEA, Lic. María COVEI, Prof. Liliana ROGOZEA	Transilvania Universidad de Brasov, Rumania
	Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
4	Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP, As. Dra. María – Elena BOATCA, Profesora Dra. Andra DIACONESCU, As. Doctor en Filosofía. Cristiana Iulia RUS, Profesora Dr. Alin GAUREANU, Profesora Dr. Caius LUMINOSU, Claudia Cordea	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
	Prof. Elena Cristina RADA, Prof. Fabio Conti, Prof. Vincenzo Torretta, Dra. Lucrezia MAGGI	Universidad de Insubria, Italia
	Prof. Santiago FERRÁNDIZ,Prof. Octavio FENOLLAR,Prof. Juan LÓPEZ, As.Dr. Daniel GARCÍA,As. Dra. María Dolores SAMPER,	Universitat Politècnica de València, España
5	Todos los autores	Todos los socios
6	Prof. Valerij DERMOL, Alenka DERMOL, Špela DERMOL	DERMOL, Eslovenia

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Asistir. Prof. Dra. Anja BUBIK, Asistente Katrin ŠKOLNIK ŠKRABE MSc,	Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia
	Prof. Santiago FERRÁNDIZ,Prof. Octavio FENOLLAR, Prof. Juan LÓPEZ, As. Dr. Daniel GARCÍA,Ass. Dra. María Dolores SAMPER,	Universidad Politécnica de Valencia, España
7	Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI, Prof. Camelia DRAGHICI, Assoc. Prof. Cristina BOGATU, Asoc. Prof. Ileana MANCIULEA, Lic. María COVEI, Prof. Liliana ROGOZEA	Transilvania Universidad de Brasov, Rumania
	Prof. Santiago FERRÁNDIZ,Prof. Octavio FENOLLAR, Prof. Juan LÓPEZ, As. Dr. Daniel GARCÍA,Ass. Dra. María Dolores SAMPER,	Universidad Politécnica de Valencia, España
	Prof. Valerij DERMOL, Alenka DERMOL, Špela DERMOL	DERMOL, Eslovenia
8	Prof. Anca DRAGHICI, As. Dra.Maria – Elena BOATCA– BARABAS, Profesor Dr. Andra DIACONESCU, Profesor Dr. Alin GAUREANU, Profesor Dr. Caius LUMINOSU, Claudia Cordea	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
	Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI, Prof. Camelia DRAGHICI, Assoc. Prof. Cristina BOGATU, Asoc. Prof. Ileana MANCIULEA, Lic. María COVEI, Prof. Liliana ROGOZEA	Transilvania Universidad de Brasov, Rumania
9	Prof. Elena Cristina RADA, Prof. Fabio Conti, Prof. Vincenzo Torretta, Dra. Lucrezia MAGGI,	Universidad de Insubria, Italia
	Prof. Santiago FERRÁNDIZ,Prof. Octavio FENOLLAR, Prof. Juan LÓPEZ, As. Dr. Daniel GARCÍA,Ass. Dra. María Dolores SAMPER,	Universidad Politécnica de Valencia, España
10	Prof. Anca DRAGHICI, Prof. Florica MANEA, Asoc. Prof. Dra. Aniela POP, Prof. Geroge DRAGHICI, Claudia Cordea	Universidad Politécnica de Timisoara, Rumania
	Prof. Dana PERNIU, Prof. Angela REPANOVICI	Transilvania Universidad de Brasov, Rumania

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Tabla de contenido

1 Introducción 14

1.1 Objetivo general del desarrollo del kit de inicio EDU4PlastiCircular (manual electrónico relacionado con la actividad A3.3) 14

1.2 Resumen 15

2 Argumentos a favor del desarrollo de la iniciativa EDU4PlastiCircular. 20

2.1 Tendencias mundiales en la producción y el uso de plásticos 20

2.2 Comunidades de práctica en el ámbito de la economía circular y la gestión de residuos plásticos (incluidos los microplásticos y nanoplásticos) 26

2.3 Justificación de la iniciativa EDU4PlastiCircular 32

2.4 Referencias 35

3 El entorno digital EDU4PlastiCircular creado. El marco de formación y certificación. 38

3.1 Descripción general y objetivos del proyecto 38

3.2 Enfoque pedagógico innovador de la educación 4.0 40

3.3 Resultados y contribuciones 44

3.4 Referencias 45

4 Currículo de formación EDU4PlastiCircular y modelos de procesos de referencia para los diferentes grupos destinatarios. 46

4.1 Alineación de la iniciativa EDU4PlastiCircular con los marcos de competencias europeos. 46

4.2 Tarjeta de habilidades EDU4PlastiCircular. Programa de formación, planes de estudio y objetivos de aprendizaje. 52

4.2.1 Tarjeta de habilidades y objetivos de aprendizaje de EDU4PlastiCircular 52

4.2.2 Programa/currículo del curso EDU4PlastiCircular 62

4.3 Modelos de procesos de referencia para educadores y estudiantes, gerentes y otros empleados de instituciones de educación superior 65

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4.3.1 Modelo de proceso de referencia para educadores de instituciones de educación superior 65
4.3.2 Modelos de procesos de referencia para estudiantes 69
4.3.3 Modelo de proceso de referencia para gerentes 78
4.3.4 Modelo de proceso de referencia para empleados 86
4.3 Referencias 89
5 Contenido del programa de formación circular EDU4Plasti para el desarrollo de competencias ecológicas 91
5.1 Introducción al mundo del plástico 91
5.2 Gestión de residuos plásticos 93
5.3 El plástico en la economía circular y la neutralidad climática 96
5.4 Innovación en el mundo del plástico 99
5.5 Sensibilización sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable 100
5.6 Referencias 111
6 EDU4PlastiCircular Desarrollo del Entorno Digital – Herramientas informáticas disponibles para la educación y la certificación 114
6.1 Componentes del entorno digital EDU4PlastiCircular creado 114
6.2 Herramientas informáticas y su uso en las lecciones de EDU4PlastiCircular 125
6.2.1 Uso de Surveys.elearningproject.eu para la evaluación del aprendizaje y la evaluación de la concienciación. 129
6.2.2 Uso de Padlet para el aprendizaje colaborativo sobre sostenibilidad 132
6.2.3 Uso de Miro para el pensamiento sistémico y el mapeo de la economía circular 136
6.2.4 Uso de Canva para campañas de comunicación y sensibilización sobre sostenibilidad 139
6.2.5 Uso de Gamma para el desarrollo de presentaciones con soporte de IA 142
6.2.6 Uso de NotebookLM para la investigación y la gestión del conocimiento 145
6.2.7 Uso de H5P para el aprendizaje y la evaluación interactivos 151

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

6.2.8 Uso de Mentimeter para el aprendizaje interactivo y la retroalimentación en tiempo real 154

6.2.9 Uso de ChatGPT y Microsoft Copilot para un aprendizaje responsable asistido por IA 160

6.2.10 Uso de Loom para el aprendizaje y la retroalimentación basados en vídeo 163

6.3 Referencias 166

7 Métodos y herramientas innovadoras utilizadas para la formación y certificación de EDU4PlastiCircular. 168

7.1 Metodologías modernas de enseñanza para la formación presencial 168

7.2 EDU4PlastiCircular – Una experiencia de aprendizaje transformadora 171

7.3 Enfoque y métodos de enseñanza en línea (MOOC) 180

7.4 Métodos de evaluación y reconocimiento 181

7.5 Referencias 183

8 Prácticas culturales en la aplicación de EDU4PlastiCircular. Promoción de los valores europeos 184

8.1 Sensibilidad cultural. Análisis de prácticas culturales en la aplicación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular. 184

8.1.1 Comparación cultural basada en las dimensiones de Gert Hofstede 186

8.1.2 Desafíos culturales en Rumania 194

8.1.3 Los desafíos culturales en Italia 196

8.1.4 Los desafíos culturales en Eslovenia 198

8.1.5 Los desafíos culturales en España 200

8.1.6 Síntesis de las soluciones comunes para superar las barreras culturales identificadas 203

8.2 Adaptación de los métodos de enseñanza en un entorno multicultural 204

8.2.1 Descripción general 204

8.2.2 Herramientas para la sensibilización cultural en la conexión entre educadores y estudiantes al implementar EDU4PlastiCircular 206

8.2.3 Guía propuesta para el taller sobre circularidad multicultural 208

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

8.2.4 Adaptabilidad a los estilos de aprendizaje influenciados por el contexto cultural 211
8.2.5 La participación de los estudiantes en clases multiculturales 216
8.2.6 Mecanismo de retroalimentación en sesiones de aprendizaje multicultural 218
8.2.7 Colaboración virtual entre zonas horarias y culturas 221
8.2.8 Normas sociales y costumbres culturales. Promoción de los valores europeos. 223
8.3 Referencias 225
9 Descripción de los riesgos y medidas de mitigación relacionados con la implementación del programa de capacitación y certificación EDU4PlastiCircular. Campañas de sensibilización 229
9.1 Introducción 229
9.2 Enfoque de gestión de riesgos 231
9.2.1 Identificación de riesgos 232
9.2.2 Evaluación de riesgos 233
9.2.3 Planificación de la mitigación 234
9.2.4 Seguimiento y revisión 234
9.2.5 Mejora continua 235
9.3 Principales riesgos y estrategias de mitigación para el programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular 236
9.3.1 Riesgo 1 – Limitada participación y motivación del alumno 236
9.3.2 Riesgo 2 – Competencias digitales insuficientes 237
9.3.3 Riesgo 3 – Fallos tecnológicos de la plataforma digital 237
9.3.4 Riesgo 4 – Obsolescencia científica del contenido educativo 238
9.3.5 Riesgo 5 – Apoyo institucional limitado 238
9.3.6 Riesgo 6 – Resistencia al cambio de comportamiento 238
9.3.7 Riesgo 7 – Diversidad cultural y lingüística 239
9.3.8 Riesgo 8 – Accesibilidad e inclusión limitadas 239
9.3.9 Riesgo 9 – Escasa participación de las partes interesadas 239

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

9.3.10 Riesgo 10 – Sostenibilidad limitada a largo plazo 240

9.4 Las campañas de sensibilización como herramienta estratégica para la mitigación de riesgos..... 241

9.5 Seguimiento y mejora continuos 243

9.6 Referencias..... 243

10 Conclusiones y observaciones finales 245

10.1 Conclusiones generales 245

10.2 Revisión del kit de inicio EDU4PlastiCircular..... 246

10.2.1 Investigación cualitativa y testimonios de los representantes de los tres roles (profesores, estudiantes y directivos de las instituciones de educación superior) 246

10.2.2 Investigación cuantitativa: resultados de una encuesta satisfactoria 249

Anexo – Formularios de revisión del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular 255

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Lista de tablas

Tabla 2.1 Resumen categorizado de las comunidades de práctica y redes relevantes ...26

Tabla 3.1 Tabla resumen de la estrategia pedagógica 44

Tabla 4.1 Definición de los objetivos de aprendizaje para cada lección en cada módulo. 54

Tabla 4.2 Programa del curso EDU4PlastiCircular (currículos).....63

Tabla 4.3 Resumen de los principales recursos educativos abiertos (REA) para formadores 69

Tabla 4.4 Enfoque de aprendizaje específico de la disciplina.....72

Tabla 4.6 Condiciones operativas clave en el caso de asociaciones público-privadas/públicas 78

Tabla 6.1 Ejemplos de herramientas digitales adecuadas utilizadas en el módulo EDU4PlastiCircular 128

Tabla 7.1 Mapeo maestro de las actividades de aprendizaje circular EDU4PlastiCircular a las fases de aprendizaje transformador. 175

Tabla 7.2 La progresión del aprendizaje transformador en los módulos de EDU4PlastiCircular 177

Tabla 9.1 Criterios de evaluación cualitativa de riesgos 233

Tabla 9.2 Resumen de los principales riesgos y estrategias de mitigación 241

Tabla 10.1 Resumen del impacto cualitativo - Partes interesadas internas de las instituciones de educación superior 248

Tabla 10.2 Resumen de los resultados de la encuesta cuantitativa realizada con el personal docente de las instituciones de educación superior. 250

Tabla 10.3 Resumen de los resultados de la encuesta cuantitativa con revisores externos de empresas..... 252

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Lista de figuras

Figura 2.1 La pirámide del reciclaje de plástico (Barford y Ahmad, 2021) 25

Figura 2.2 Logotipo de los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular 33

Figura 3.1 Página principal del proyecto, https://microplastics.today/ 39

Figura 3.2 Los tres dominios principales abordados por el proyecto EDU4PlastiCircular 40

Figura 3.3 Acceso al diseño de la metodología de formación D2.2 EDU4PlastiCircular ...41

Figura 3.4 Manual con métodos innovadores para formadores 42

Figura 4.1 Visualización de GreenComp (© CE 2022).....48

Figura 4.2 Niveles de la taxonomía de Bloom 52

Figura 4.3 Tarjeta de habilidades circulares EDU4Plasti 53

Figura 4.4 Modelos de procesos de referencia para educadores de instituciones de educación superior (Marco general del proceso).....65

Figura 4.5 Caso A - Modelos de procesos de referencia para estudiantes (Marco general del proceso estudiantil).....70

Figura 4.6 Caso B – Modelo de proceso de referencia para estudiantes con integración profesional del conocimiento 73

Figura 4.7 Esquema del modelo de referencia del estudiante de EDU4PlastiCircular, centrado en un estudiante de ingeniería mecánica llamado Alex.....75

La figura 4.8, que muestra el esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular, se centra en una estudiante de ingeniería ambiental llamada Maya. 76

Figura 4.9 El esquema del modelo de referencia del estudiante de EDU4PlastiCircular se centra en una estudiante de administración de empresas llamada Elena. 77

Figura 4.10 Modelos de procesos de referencia para gerentes (Marco general de procesos) 81

Figura 4.11 Modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados de la industria (Marco general del proceso) 87

Figura 4.12 Modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados del sector público (Marco general del proceso).....88

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Figura 6.1 Componentes del entorno digital EDU4PlastiCircular 115

Figura 6.2 Biblioteca digital EDU4PlastiCircular 116

Figura 6.3 El Longin y la página de registro 118

Figura 6.4 Encuesta “Pon a prueba tus conocimientos” para evaluar el nivel de conocimiento antes y después del curso. 119

Figura 6.5 Descripción del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular por módulos (estructura de la plataforma de aprendizaje electrónico y la biblioteca digital). 119

Figura 6.6 Estructura del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular. . 120

Figura 6.7 Proceso de reconocimiento de competencias tras la finalización del curso online de EDU4PlastiCircular 121

Figura 6.8 La sección de noticias de la página web EDU4PlastiCircular (https://microplastics.today/news/)..... 122

Figura 6.9 La página web de los boletines informativos de EDU4PlastiCircular (https://microplastics.today/newsletters/) 123

Figura 6.10 La página de Facebook que aloja la comunidad del proyecto EDU4PlastiCircular. 125

Figura 6.11 Ejemplo A de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España) 149

Figura 6.12 Ejemplo B de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España) 150

Figura 6.13 Ejemplo C de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España) 151

Figura 6.14 Ejemplo A de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia)..... 158

Figura 6.15 Ejemplo B de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia)..... 159

Figura 6.16 Ejemplo C de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia)..... 160

Figura 9.1 El ciclo de gestión continua de riesgos 232

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

1 Introducción

1.1 Objetivo general del desarrollo del kit de inicio EDU4PlastiCircular (Manual electrónico relacionado con la actividad A3.3)

El resultado de esta actividad consiste en el desarrollo del manual electrónico presentado, con 10 capítulos, que apoyará al personal, estudiantes y directivos de las instituciones de educación superior (IES) en la implementación de prácticas y capacidades sostenibles para la gestión del plástico en la Economía Circular y la economía neutral. Incluirá paquetes digitales con herramientas, instrucciones, manuales, modelos de procesos de referencia, materiales de referencia, instrucciones de configuración y una lista del equipo digital necesario, para facilitar una rápida transición hacia una nueva concepción de la educación y la sensibilización sobre las iniciativas de gestión del plástico en la Economía Circular. El manual electrónico abarca los siguientes temas:

- Modelos de procesos de referencia para diferentes grupos objetivo como: educadores y estudiantes, gerentes y otros empleados;
- Herramientas digitales para la descripción de escenarios de EDU4PlastiCircular;
- Descripciones de prácticas culturales al implementar prácticas y capacidades ecológicas para la gestión del plástico en la economía circular y la economía neutral;
- Riesgos y medidas de mitigación relacionados con la implementación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular.

El contenido de este kit de inicio se basa en los siguientes productos (desarrollados mediante el esfuerzo conjunto de los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular):

- D3.3.1 Desarrollo de modelos de procesos de referencia para educadores y estudiantes, gerentes y otros empleados de instituciones de educación superior.
- D3.3.2 Desarrollo de herramientas para la descripción de escenarios de EDU4PlastiCircular
- D3.3.3 Desarrollo de descripciones de prácticas culturales

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- D3.3.4 Desarrollo de riesgos y medidas de mitigación relacionadas con EDU4PlastiCircular
- D3.3.5 Informe - análisis de la encuesta

El manual electrónico está disponible como recurso educativo abierto (REA) en el sitio web del proyecto.https://microplastics.today/digital-library/(incluido en el área de la Biblioteca Digital) y en la plataforma de aprendizaje electrónico (https://elearningproject.eu/courses/edu4plasticircular-educating-for-sustainable-plastic-use-and-circular-economy/El kit de inicio EDU4PlastiCircular (manual electrónico) está disponible en todos los idiomas de los socios (rumano, italiano, esloveno, español).

El último capítulo del kit de inicio consta de los resultados de la revisión realizada por expertos externos (revisión final por pares de expertos / revisión de formadores externos: datos de una encuesta basada en un cuestionario para la evaluación de la calidad del contenido de aprendizaje y del kit de inicio, junto con un índice de satisfacción).

Este manual electrónico proporciona información y conocimientos al personal docente, estudiantil y administrativo de las instituciones de educación superior para implementar prácticas y capacidades sostenibles en la gestión del plástico dentro de la economía circular y la economía neutral. Este enfoque se apoya en los resultados del proyecto EDU4PLastiCircular y en el entorno digital creado, que incluye recursos educativos y de certificación.

1.2 Resumen

El manual, desarrollado por el consorcio EDU4PlastiCircular, tiene como objetivo dotar al profesorado de instituciones de educación superior de los conocimientos y las herramientas necesarias para capacitar a otros en los principios de la circularidad del plástico y la neutralidad climática. Proporciona un marco integral para comprender el impacto ambiental de los plásticos y promueve prácticas sostenibles mediante metodologías de formación innovadoras.

Los 10 capítulos A continuación se presentan, con una breve descripción de su contenido:

Capítulo 1 Ofrece una introducción al kit de inicio EDU4PlastiCircular, destacando el objetivo general y el resumen de cada capítulo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Capítulo 2 Este capítulo prese nta la justificación de la iniciativa EDU4PlastiCircular mediante el análisis de las tendencias mundiales de producción, consumo y residuos plásticos. Destaca el rápido crecimiento de los plásticos, las bajas tasas de reciclaje, la contaminación ambiental y la creciente amenaza de los microplásticos para los ecosistemas y la salud humana. El capítulo revisa las Comunidades de Práctica internacionales, como HESI, PRME, ECESP, el Circular Economy Club y la Global Plastic Action Partnership, mostrando cómo apo yan los esfuerzos en materia de educación y sostenibilidad. Asimismo, explica el papel del proyecto en la promoción de una economía circular y climáticamente neutra a través de la educación, los recursos digitales, las plataformas de aprendizaje abierto y el desarrollo de competencias verdes para educadores, estudiantes y profesionales.

Capítulo 3 Este capítulo describe el entorno digital EDU4PlastiCircular, junto con el marco de formación y certificación desarrollado para apoyar la educación en circularidad del plástico y neutralidad climática. Presenta los objetivos del proyecto, haciendo hincapié en el desarrollo de competencias verdes, la prevención de residuos plásticos y la integración de los principios de la Economía Circular en la educación superior. El capítulo propone un enfoque pedagógico de la Educación 4.0 basado en el aprendizaje por competencias, la alineación con GreenComp, itinerarios de aprendizaje diferenciados y la taxonomía de Bloom. Destaca métodos de enseñanza innovadores, recursos de aprendizaje digital, cursos online masivos y abiertos (MOOC) y herramientas prácticas que promu even un aprendizaje activo, colaborativo y experiencial. Finalmente, el capítulo concluye resumiendo los resultados educativos, las contribuciones y el impacto a largo plazo del proyecto.

Capítulo 4 Este documento presenta el currículo de formación EDU4Plas tiCircular y modelos de procesos de referencia para diferentes grupos objetivo. El programa se alinea con los marcos de competencias europeos, incluidos GreenComp, EQF, DigComp, EntreComp y LifeComp, garantizando el desarrollo de competencias en sostenibil idad, digitales, empresariales y de aprendizaje permanente. El capítulo define los objetivos de aprendizaje para cinco módulos y veintitrés lecciones utilizando la taxonomía de Bloom, abarcando plásticos, gestión de residuos, economía circular, innovación y comportamiento responsable. Asimismo, presenta itinerarios de implementación personalizados para educadores, estudiantes, directivos y empleados, detallando los procesos de formación, evaluación, certificación y microcredenciales que apoyan el desarrollo de competencias verdes, el crecimiento profesional y la transformación organizacional sostenible.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Capítulo 5 Este programa presenta el contenido formativo EDU4PlastiCircular para el desarrollo de competencias ecológicas relacionadas con los plásticos, la economía circular y la sostenibilidad. Estructurado en cinco módulos, introduce a los participantes en los plásticos y las tecnologías de fabricación, la gestión de residuos plásticos, los enfoques circulares y climáticamente neutros, la innovación en materiales y tecnologías de reciclaje, y el comportamiento responsable. El capítulo aborda temas como los microplásticos, la contaminación de vertederos y del agua, el pensamiento del ciclo de vida, el ecodiseño, los materiales de base biológica, las tecnologías limpias y la separación de residuos mixtos. También explora los impactos ambientales y en la salud de los plásticos, las responsabilidades éticas de las organizaciones y los ciudadanos, y el papel de la educación en el fomento de una mentalidad de sostenibilidad y el cambio de comportamiento.

Capítulo 6 Este capítulo describe el entorno digital EDU4PlastiCircular y las herramientas informáticas que apoyan la educación, la formación y la certificación en circularidad y sostenibilidad del plástico. Presenta el sitio web del proyecto, la biblioteca digital, la plataforma de aprendizaje electrónico, los boletines informativos y las redes sociales como recursos clave para el aprendizaje. Explica cómo herramientas digitales como Surveys.elearningproject.eu, Padlet, Miro, Canva, Gamma, NotebookLM, H5P, Mentimeter, ChatGPT, Copilot y Loom pueden mejorar la colaboración, la evaluación, la creación de contenido y la participación del alumnado. Asimismo, describe el equipamiento digital necesario, las aplicaciones pedagógicas y los escenarios de implementación práctica, demostrando cómo la tecnología apoya el desarrollo de competencias ecológicas y una educación innovadora en sostenibilidad.

Capítulo 7 Este capítulo se centra en los métodos y herramientas innovadores utilizados para impartir el programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular. Presenta enfoques pedagógicos modernos, como el aprendizaje activo, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el pensamiento sistémico, el aprendizaje colaborativo, la gamificación y el aprendizaje experiencial. Se hace hincapié en el aprendizaje transformador, animando a los participantes a reflexionar críticamente sobre sus valores, comportamientos y prácticas de sostenibilidad relacionados con los plásticos y la economía circular. Asimismo, se describe el enfoque de enseñanza en línea basado en MOOC, las estrategias de aprendizaje semipresencial y las metodologías centradas en el alumno. Finalmente, se exponen los métodos de evaluación, los mecanismos de reconocimiento, las insignias digitales y los procesos de certificación diseñados para validar las competencias ecológicas y fomentar el aprendizaje permanente.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Capítulo 8 Este capítulo examina las prácticas culturales y la promoción de los valor es europeos en el marco del programa de formación EDU4PlastiCircular. Analiza las diferencias culturales entre Rumanía, Italia, Eslovenia y España utilizando las dimensiones de Hofstede, identificando barreras y oportunidades para la educación en sostenibi lidad y la adopción de la Economía Circular. El capítulo ofrece estrategias para adaptar los métodos de enseñanza a entornos multiculturales, potenciando la comunicación intercultural, la participación del alumnado y la colaboración. Asimismo, presenta her ramientas prácticas, directrices para talleres, mecanismos de retroalimentación y enfoques de colaboración virtual. Se hace hincapié en la inclusión, la conciencia cultural, la responsabilidad compartida, la solidaridad y la gestión ambiental para fomentar un aprendizaje eficaz y un cambio de comportamiento sostenible en diversos contextos europeos.

Capítulo 9 Este capítulo se centra en la gestión de riesgos y las estrategias de mitigación para la implementación del programa de formación y certificación EDU4 PlastiCircular. Presenta un enfoque estructurado que incluye la identificación, evaluación, planificación de mitigación, seguimiento y mejora continua de los riesgos. Se analizan riesgos clave como la baja participación de los alumnos, las insuficientes co mpetencias digitales, los fallos en las plataformas tecnológicas, el contenido educativo obsoleto, el escaso apoyo institucional, la resistencia al cambio de comportamiento, los retos relacionados con la diversidad cultural, los problemas de accesibilidad y la escasa participación de las partes interesadas. Se destacan las campañas de sensibilización como una importante herramienta de mitigación y se hace hincapié en la evaluación periódica, la retroalimentación y los procesos de adaptación para garantizar la sostenibilidad, la eficacia y el impacto a largo plazo de la iniciativa EDU4PlastiCircular.

Capítulo 10 Este capítulo presenta las conclusiones y los resultados de la evaluación del kit de inicio EDU4PlastiCircular. Resume los logros del proyecto en el d esarrollo de competencias verdes, la promoción de los principios de la Economía Circular y el apoyo a la gestión sostenible del plástico mediante recursos educativos innovadores y herramientas digitales. El capítulo recoge los resultados de las evaluacione s cualitativas y cuantitativas realizadas con educadores, estudiantes, directivos y representantes del sector en los países socios. Los resultados muestran altos niveles de satisfacción, una gran relevancia del contenido formativo y una integración exitosa de las competencias GreenComp, el aprendizaje digital y las aplicaciones prácticas. El capítulo concluye que el marco EDU4PlastiCircular proporciona un modelo escalable, eficaz y sostenible para la formación profesional y la educación en sostenibilidad de l futuro.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Este kit de inicio (manual electrónico) se considera un recurso importante para educadores, formadores (e investigadores), ya que les proporciona conocimientos y herramientas para implementar con éxito el programa de formación EDU4PlastiCircular en diferentes organizaciones (contexto de aprendizaje).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

2 Argumentos a favor del desarrollo de la iniciativa EDU4PlastiCircular.

2.1 Tendencias mundiales en la producción y el uso de plásticos

La producción de plástico ha crecido exponencialmente en todo el mundo en tan solo unas décadas. Tras una fuerte caída en la primera mitad de 2020 debido a la Covid-19, la producción de plástico se recuperó en la segunda mitad del año y con ella los residuos plásticos. En el marco del Pacto Verde Europeo, el 55 % de los envases de plástico deberán reciclarse para 2030. Esto implica un diseño innovador, una producción más limpia e iniciativas de reciclabilidad construidas bajo los principios de la economía circular y neutral (como lo respaldan los últimos informes de la PACE,https://pacecircular.org/news).

Los datos y estadísticas reales sobre la gran cantidad de residuos plásticos y el bajo nivel de reciclaje/reutilización se muestran en los informes oficiales de la Comisión Europea.[1]y en el último informehttps://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/06/PlasticsEurope-CircularityReport-2022_2804-Light.pdfResulta impresionante que Rumanía e Italia tengan una tasa de reciclaje del 40-50% (las más bajas), una ES del 50-60% y una SI superior al 70% gracias a los esfuerzos en educación y concienciación sobre el problema.

Además, el desafío global de la contaminación por plásticos ha alcanzado un punto crítico, con una producción mundial que ha crecido exponencialmente desde 1,5 millones de toneladas en 1950 hasta 359 millones de toneladas en 2018. El consumo mundial de plásticos se ha multiplicado por veinte en los últimos 50 años, y aproximadamente el 40 % de estos materiales se utilizan para envases, que suelen tener una vida útil corta y ser de un solo uso. Este modelo lineal de "extraer-producir-desechar" es económicamente ineficiente, ya que se estima que el 95 % del valor material de los envases de plástico se pierde tras un solo ciclo de uso.

Las consecuencias ambientales y climáticas son igualmente graves. Tan solo en 2019, la producción e incineración de plásticos generó más de 850 millones de toneladas de gases de efecto invernadero, cifra que se prevé que aumente a 2800 millones de toneladas para

[1]Encontrará más estadísticas en:https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20181212STO21610/deseurile-din-plastic-si-reciclarea-in-ue-in-cifre

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

2050. Un subproducto importante de esta contaminación es la acumulación de microplásticos, definidos como pequeñas partículas de plástico de menos de 5 mm (0,2 pulgadas) de longitud. Estas partículas persistentes provienen de diversas fuentes, como el desgaste de las pinturas (liberación involuntaria), los ne umáticos y los textiles sintéticos.

Más allá del sector del embalaje, la industria de la construcción es una importante consumidora de plástico, representando aproximadamente el 6 % del consumo total. Este sector utiliza principalmente plásticos duraderos como el PVC y el HDPE para tuberías, accesorios interiores y depósitos de agua. Sin embargo, las tasas de reciclaje en la construcción siguen siendo alarmantemente bajas, estimadas en menos del 1 % en algunas regiones, debido a la falta de separación de re siduos en origen y a la priorización de materiales más pesados como el hormigón y el metal. En consonancia con los ambiciosos objetivos europeos, como el Pacto Verde Europeo de reciclar el 55 % de los envases de plástico para 2030, este libro explora cóm o se pueden aprovechar las tecnologías digitales para evitar que los residuos plásticos contaminen el medio ambiente y garantizar un futuro sostenible y circular.

Como se puede observar, la magnitud de los residuos plásticos representa un importante desafío global y regional, impulsado por un aumento drástico en la producción y el consumo, sumado a tasas históricamente bajas de reciclaje y reutilización. A continuación, se presentarán más datos y cifras relacionados con los residuos plásticos y la contamina ción, incluyendo microplásticos y nanoplásticos, considerando los cambios y desafíos que deben afrontar la población y las organizaciones de todo tipo.

a) Producción y consumo mundial y europeo de materiales plásticos:

- El crecimiento exponencial de la producción de plástico ha pasado de 1,5 millones de toneladas en 1950 a 359 millones de toneladas en 2018. Este hecho ha sido respaldado por el aumento masivo del consumo, a escala mundial, de materiales y piezas de plástico, que se ha multiplicado por veinte en los últimos 50 años (Ackerman y Levin, 2023).

- En los países de la Unión Europea, el consumo de plástico es uno de los más altos del mundo, con un promedio de 107 kg per cápita al año. Aproximadamente el 40 % de los materiales plásticos se utilizan para envases, que suelen tener una vida útil corta y ser de un solo uso. Junto con los envases, el sector de la construcción representa más de la mitad del consumo total de plástico en Europa (Ackerman y Levin, 2023).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- En este contexto, y teniendo en cuenta las tasas actuales, se prevé que el volumen de envases de plástico se cuadruplique para 2050, alcanzando los 318 millones de toneladas anuales.

b) ¡En el período actual se registran bajas tasas de reciclaje y reutilización de piezas, productos u otros tipos de residuos plásticos!

- En Europa, apenas un tercio de los residuos plásticos se recicla; a nivel mundial, solo se recoge para su reciclaje alrededor del 14 % de los envases de plástico. Por lo tanto, profesionales y científicos coinciden en que nos enfrentamos a una importante brecha en el reciclaje de materiales plásticos. A pesar del volumen de residuos, la demanda de plásticos reciclados en Europa representó solo el 6 % de la demanda total de plástico en 2018 y parece que seguirá siendo baja incluso en 2026. «En los países de la Unión Europea, cada persona genera aproximadamente 35 kilogramos de residuos de envases de plástico al año, pero solo entre el 40 % y el 42 % de ese material se recicla. Si bien esto representa un progreso con respecto a hace una década, la mejora ha sido lenta y en muchos países las tasas de reciclaje siguen estando muy por debajo de los objetivos de la UE. Solo un pequeño número de Estados miembros están actualmente en vías de alcanzar el objetivo del 55 % de reciclaje de envases de plástico fijado para 2030».[2]Además, la tasa de uso circular de materiales plásticos en la UE, es decir, la proporción de material reciclado utilizado en productos nuevos, fue de tan solo el 8,1 % en 2020.

- El reciclaje solo funciona si los fabricantes utilizan sistemáticamente plástico reciclado en sus nuevos productos. Sin mercados finales estables, recolectar más plástico no se traduce automáticamente en un mayor reciclaje, y el material que no se puede vender suele destinarse a la incineración. En este sentido, el problema del reciclaje de plástico en 2026 es un problema sistémico. Sin una mayor demanda de plásticos reciclados, un diseño de envases más sencillo y reciclable, y una capacidad de procesamiento nacional suficiente, es improbable que unos objetivos más ambiciosos por sí solos logren una circularidad significativa.

- Si bien el sector de la construcción es un importante consumidor de plásticos duraderos (como tuberías de PVC y HDPE), se estima que su tasa de reciclaje de

[2]Más detalles en:https://www.wastepapertrade.com/blogposts/why-plastic-recycling-is-struggling-in-the-eu-in-2026?gad_source=1&gad_campaignid=22433049014&gbraid=0AAAAA-Lx5dG26S4MrTXf6zjTZPu92qWY7&gclid=CjwKCAjwspPOBhB9EiwATFbi5Lt-PVnHuYuBFrwCknv113Pgk4jZbVdANjWp53vjhhmzwFZyF_e27RoC6hkQAvD_BwE

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

plástico es inferior al 1 % en algunas regiones, como Malasia (Chen et al., 2021; Tan et al., 2021). Incluso cuando el plástico llega a las plantas de reciclaje, las pérdidas son elevadas; el plástico reciclado real suele representar solo alrededor del 65 % del total de residuos p lásticos que ingresan a la planta.

- El sector más problemático en términos de gestión de residuos plásticos bajos es el de los envases (Ncube et al., 202). "Los plásticos en general y los envases como su principal aplicación son materiales prioritarios dentro de las estrategias de CE, especialmente en la política de la UE. Sin embargo, los plásticos tienen actualmente una circularidad muy baja, con menos del 20 % de reciclaje total en la UE y alrededor del 5 % de entrada de flujos secundarios a aplicaciones de circuito cerrado. Además, si bien la comprensión de los posibles efectos ambientales de la transición a gran escala a la circularidad para los plásticos ha mejorado sustancialmente, las implicaciones socioeconómicas y, en particular, el potencial de compensaciones entre medio ambiente y economía, están poco estudiadas" (Cimpan et al., 2021).

c) Aspecto de pérdidas económicas y gestión de residuos:

- El modelo lineal actual (extraer-producir-desechar) es altamente ineficiente, ya que se estima que el 95 % del valor material de los envases de plástico se pierde para la economía tras un único ciclo de uso corto. Este valor perdido asciende a aproximadamente 105 mil millones anuales, lo que respalda la idea del agotamiento del valor (Szaky, 2019; Enthaler, 2026).

- En Europa, el 25 % de todos los residuos plásticos aún termina en vertederos. Además, aproximadamente el 50 % del plástico recogido para su reciclaje en la Unión Europea se exporta a países fuera de la Unión debido a la falta de capacidad o recursos locales. A nivel mundial, el 11 % de todos los residuos plásticos no se recogieron en 2016 y las tasas medias de recogida en los países de bajos ingresos siguen estando por debajo del 50 %. De este modo, contribuimos a un grave problema de residuos sin gestionar (Ackerman y Levin, 2023; Enthaler, 2026).

d) El impacto ambiental y climático de los materiales plásticos es un tema candente.

- Más del 99 % del plástico se fabrica a partir de combustibles fósiles, lo que contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2019, la producción e incineración mundial de plástico liberó más de 850 millones de toneladas de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Ackerman y Levin, 2023).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- El desgaste natural de los productos durante su uso provoca la liberación masiva e involuntaria de microplásticos (fragmentos de menos de 5 mm). Las emisiones anuales estimadas en la Unión Europea incluyen:
    - Pinturas: de 231.000 a 863.000 toneladas;
    - Neumáticos: de 360.000 a 540.000 toneladas;
    - Pellets: de 52.140 a 184.290 toneladas;
    - Textiles: de 1.649 a 61.078 toneladas.

Durante y después del brote de COVID-19, la demanda y el consumo sin precedentes de materiales plásticos provocaron la liberación de productos plásticos de un solo uso al medio ambiente, y desde entonces la pirámide de residuos plásticos en el medio ambiente ha crecido exponencialmente. Se ha estimado que se produjo una enorme cantidad de basura plástica de un solo uso en todo el mundo, con 1,6 millones de toneladas de EPI (mascarillas) y 3.400 millones de mascarillas desechables desechadas diariamente durante el período de COVID-19 (Benson et al., 2021). El continente asiático produjo la mayor cantidad de mascarillas de plástico de un solo uso (1.800 millones por día), seguido de Europa (445 millones por día), África (411 millones por día), América Latina (380 millones por día) y América del Norte (244 millones por día). Esta pandemia también ha provocado un aumento general de la contaminación plástica, que también está asociada con impactos negativos en la biodiversidad y una reducción de las instalaciones de reciclaje. Los informes publicados sobre la contaminación global por plásticos durante la pandemia de COVID-19 revelaron riesgos ambientales a corto y largo plazo asociados a las emisiones tóxicas de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de las plantas de producción e incineración de plásticos. Debido a este repentino aumento de la contaminación por plásticos y a la falta de una gestión adecuada de estos residuos, una nueva pandemia vinculada a la plastisfera podría afectar pronto a nuestro medio ambiente y a la salud humana (Sharma, Sharma y Chatterjee, 2023).

En este mismo contexto, la pirámide de residuos plásticos en el medio ambiente ha ido en aumento, y se ha propuesto y debatido la pirámide del reciclaje de plásticos (Fig. 3.1), diseñada a partir de una serie de estudios científicos que detallan el flujo de plásticos reciclables en Colombia, India, Indonesia, Kenia y Sudáfrica. Este modelo general varía según la infraestructura de reciclaje local y el contexto institucional; los profesionales y científicos de la ecología y la sostenibilidad coinciden en que gran parte de los residuos plásticos permanecen sin recoger ni gestionar (Barford y Ahmad, 2021).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.2.1La pirámide del reciclaje de plástico (Barford y Ahmad, 2021)

La pirámide del reciclaje de plástico La figura 2.1 se propuso y diseñó tomando como referencia una serie de estudios que detallan el flujo de plásticos reciclables en Colombia, India, Indonesia, Kenia y Sudáfrica. Este modelo general varía según la infraestructura de reciclaje local y el contexto institucional; los profesionales y científicos de la ecología y la sostenibilidad confirman que gran parte de los residuos plásticos permanecen sin recolectar ni gestionar (Barford y Ahmad, 2021).

Además, se estima que “para 2050, el aumento de la producción de plástico será responsable de aproximadamente el 13 % del presupuesto total de carbono de nuestro planeta, lo que equivale a las emisiones de 615 centrales eléctricas de carbón” (Hamilton y Feit, 2019; Sharma, Sharma y Chatterjee, 2023). Además, el efecto negativo de la contaminación por residuos plásticos se ha extendido considerablemente en el ecosistema marino, desde las zonas costeras poco profundas hasta las capas más profundas de los cuerpos acuáticos analizados hasta la fecha, incluyendo los lugares más remotos y sensibles del planeta (Napper y Thompson, 2020). En las últimas dos décadas, la contaminación marina por desechos plásticos ha aumentado, contribuyendo significativamente al cambio climático global. El impacto del cambio climático ya se manifiesta en forma de aumento del nivel del mar, acidificación de los océanos y fenómenos meteorológicos extremos, lo que genera daños socioeconómicos y ecológicos (Ford et al., 2022). Por lo tanto, es fundamental realizar investigaciones exhaustivas sobre el impacto de la contaminación por plásticos en el cambio climático para que los organismos responsables de la toma de decisiones puedan formular políticas de mitigación que permitan abordar esta amenaza (Sharma, Sharma y Chatterjee, 2023).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

2.2 Comunidades de práctica en el ámbito de la economía circular y la gestión de residuos plásticos (incluidos los microplásticos y nanoplásticos)

Al diseñar un prog rama de formación en educación superior (grado, máster o doctorado), es fundamental vincular las ideas locales con las iniciativas globales del sector. Esto no solo inspirará proyectos (educativos o de investigación) e iniciativas locales innovadoras de co laboración universidad/facultad -comunidad, sino que también alineará los movimientos locales con los internacionales. De este modo, los programas de formación y sensibilización, así como los proyectos de investigación y desarrollo, se desarrollarán bajo el marco jurídico y normativo vigente (por ejemplo, el Pacto Verde Europeo). En este contexto, la conexión entre los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular y las Comunidades de Práctica (CdP) pertinentes desempeña un papel crucial.

El proyecto EDU4PlastiC ircular (Educación para el plástico en una economía circular y climáticamente neutra: prevenir que los residuos acaben en el medio ambiente, Erasmus+ KA220 -HED, Proyecto n.º: 2023 -1-RO01-KA220-HED-000166242, https://microplastics.today/) opera en la intersección de la educación superior, los principios de la economía circular, la mitigación de residuos plásticos y las iniciativas de transformación digital.[3]Para ejecutar con éxito sus paquetes de trabajo, que abarcan desde la recopilación de mejores prácticas (WP2) y el desarrollo de una biblioteca digital de recursos educativos abiertos (REA) (WP3) hasta las pruebas piloto con más de 200 estudiantes (WP4) y la difusión/sostenibilidad a largo plazo (WP5), el proyecto colabora estratégicamente con varias comunidades de práctica (CdP) y redes de profesionales destacadas a nivel mundial y europeo (para más detalles, véase la Tabla 2.1).

Mesa2.1Descripción general categorizada de las comunidades de práctica y redes relevantes

[3] *Acerca del proyecto EDU4PlastiCircular- Microplastics.today*Disponible en: https://microplastics.today/about -project/ [Consultado el 12 de enero de 2026]

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Categoría / Nombre de la red	Ámbito geográfico	Enfoque principal y alineación con EDU4PlastiCircular	Canales clave de interacción
Comunidades de práctica (CdP) de la Iniciativa de Sostenibilidad de la Educación Superior (HESI)	Global (liderado por la ONU)	Grupos temáticos estructurados establecidos en el marco del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DESA), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y los Principios del Pacto Mundial de las Naciones Un idas para la Educación en Gestión Responsable (PRME), centrados en la enseñanza y el aprendizaje, la transformación curricular y el desarrollo de capacidades para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). • *Iniciativa de Sostenibilidad de la Educación Superior (HESI)*Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en:https://sdgs.un.org/HESI [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Comunidades de práctica de HESI* Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en:https://sdgs.un.org/HESI/COP [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Noticias del mundo universitario: La educación superior desempeña un papel de enlace entre el gobierno y las comunidades.* (2026). Disponible en:https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20260505150227368 [Consulta do el 12 de enero de 2026].	Seminarios web colaborativos, foros de intercambio curricular, promoción de políticas y consultas con las partes interesadas de las instituciones de educación superior a nivel mundial.
Capítulos y grupos de trabajo de los Principios para la Educación en Gestión	Capítulos globales/regionales	Plataforma respaldada por la ONU que involucra a escuelas de negocios y universidades para integrar la sostenibilidad, la economía circular y la producción responsable en la formación en gestión e ingeniería, de acuerdo con los Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME). Disponible en:https://www.unprme.org/ [Consultado el 12 de enero de 20 26].	Reuniones de grupos de trabajo, repositorios pedagógicos revisados por pares y conferencias de capítulos regionales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Categoría / Nombre de la red	Ámbito geográfico	Enfoque principal y alineación con EDU4PlastiCircular	Canales clave de interacción
Grupos de coordinación y liderazgo de la Plataforma Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular (ECESP)	paneuropeo	Una iniciativa conjunta de la Comisión Europea y el Comité Económico y Social Europeo (CESE) que funciona como un espacio abierto virtual para compartir buenas prácticas, políticas y diálogos sobre la economía circular. Según: • *Plataforma Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular (ECESP)*. Iniciativa conjunta de la Comisión Europea y el CESE. Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Grupos de liderazgo de ECESP*. Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/leadership-groups [Consultado el 12 de enero de 2026].	Contribuir a los eventos de diálogo de ECESP, publicar manuales de proyectos en la plataforma y establecer contactos con agentes municipales e industriales de la economía circular.
Club de Economía Circular (CEC)	Global (más de 280 clubes locales en más de 100 países)	Una red abierta y sin ánimo de lucro de profesionales, académicos y estudiantes que trabajan en la implementación de la Economía Circular a nivel local y global. Más detalles en • *Club de Economía Circular (CEC)*. Instituto de Economía Circular. Disponible en: https://ceinstitute.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Club de Economía Circular en ECESP*. Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/dialogue/existing-eu-platforms/circular-economy-club [Consultado el 12 de enero de 2026].	Eventos de clubes locales, intercambio de repositorios de código abierto, mentoría de expertos y seminarios web para establecer contactos a nivel global.
Pacto Europeo sobre Plásticos y Pactos Nacionales sobre Plásticos	Europeo / multinacional	Las redes de múltiples partes interesadas unen a empresas, instituciones públicas y organismos educativos para lograr objetivos ambiciosos en materia de reciclabilidad y reutilización de plásticos, así como en la reducción de plásticos de un solo uso. Según: • *Resumen del Pacto Europeo sobre Plásticos*. Disponible en: https://europeanplasticspact.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Reducción de residuos plásticos en la UE: Informe sobre las mejores prácticas*. Disponible en: https://plasticactioncentre.ca/ [Consultado el 12 de enero de 2026].	Talleres con las partes interesadas, grupos de trabajo técnicos sobre los ciclos de vida de los envases de plástico y foros de sinergia entre la industria y el mundo académico.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Categoría / Nombre de la red	Ámbito geográfico	Enfoque principal y alineación con EDU4PlastiCircular	Canales clave de interacción
Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico (GPAP)	Global (Iniciativa del Foro Económico Mundial)	Plataforma multiactor del Foro Económico Mundial que traduce los compromisos para reducir la contaminación y los residuos plásticos en acciones nacionales y regionales medibles. Más información en: • *Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico (GPAP)*. Foro Económico Mundial. Disponible en: https://www.globalplasticaction.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026]. • *Evaluación de la Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico – Itad* (Septiembre de 2025). Disponible en: https://www.itad.com/project/evaluating-global-plastic-action-partnership-gpap/ [Consultado el 12 de enero de 2026]	Alianzas Nacionales para la Acción (NPAP, por sus siglas en inglés), foros de acción inclusivos sobre el plástico e informes de políticas.

Además, se han realizado mapeos de la Comunidad de Práctica (CoP) a los Paquetes de Trabajo (PT) del proyecto EDU4PlastiCircular para abordar y conectar mejor la implementación del proyecto con las diferentes capas de la categoría/nombre de la red y el alcance geográfico. La información se basa en los datos disponibles en la página web del proyecto y las conexiones desarrolladas por los socios cuando se estableció y desarrolló el contenido del programa (en la fase de diseño del proyecto).

Paquete de trabajo 2 (WP2) - Diseño de la metodología de capacitación y análisis de brechas

- **Comunidades de práctica relevantes** Grupos de liderazgo de ECESP[4], Club de Economía Circular (CEC)[5] y las Comunidades de Práctica de Enseñanza y Aprendizaje de HESI[6].
- **Valor de implementación** -La recopilación de buenas prácticas (Biblioteca digital - Entregable D2.1) y el análisis de los programas de formación existentes (Biblioteca digital - D2.2) requieren una evaluación comparativa con los marcos de referencia más avanzados de toda Europa. La colaboración con la Plataforma

[4] *Grupos de liderazgo de ECESP*. Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/leadership-groups [Consultado el 12 de enero de 2026]

[5] *Club de Economía Circular (CEC)*. Instituto de Economía Circular. Disponible en: https://ceinstitute.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026]

[6] *Comunidades de práctica de HESI*. Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en: https://sdgs.un.org/HESI/COP [Consultado el 12 de agosto de 2026].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular (ECESP) proporciona acceso a estudios de cas o regionales validados sobre la circularidad del plástico, mientras que el Club de Economía Circular facilita entrevistas con expertos locales y revisiones por pares para el Manual EDU4PlastiCircular (Biblioteca digital - D2.3).

Paquete de trabajo 3 (PT3) - Diseño de contenido digital y biblioteca digital de REA

- **Comunidades de práctica relevantes** son: Grupos de trabajo de PRME[7] y las Comunidades de Práctica de Currículo y Pedagogía de HESI[8].
- **Valor de implementación** -Desarrollar las cinco unidades de formación básicas (que abarcan desde Introducción al mundo del plástico y gestión de residuos plásticos hasta El plástico en la economía circular y la neutralidad climática, Innovación en el mundo del plástico y Concienciación sobre el impacto de los residuos plást icos y el comportamiento responsable). [9]Se beneficia enormemente de los marcos pedagógicos avalados por redes educativas respaldadas por la ONU. PRME y HESI ofrecen plantillas revisadas por pares para integrar competencias de sostenibilidad e insignias digi tales en los planes de estudio de ingeniería y aprendizaje permanente en la educación superior.

Paquetes de trabajo 4 y 5 (PT4 y PT5): Implementación, puesta en marcha, difusión y sostenibilidad

- **Comunidades de práctica relevantes** son: Pacto Europeo de Plásticos [10][11] y la Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico (GPAP) [12][13].
- **Valor de implementación** -La puesta a prueba de la plataforma de aprendizaje electrónico con más de 200 alumnos piloto y más de 28 formadores requiere una

---

[7] *Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME, por sus siglas en inglés)*. Disponible en: https://www.unprme.org/ [Consultado el 12 d e enero de 2026].

[8] *Comunidades de práctica de HESI*. Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en: https://sdgs.un.org/HESI/COP [Consultado el 12 de enero de 2026].

[9] *Acerca del proyecto EDU4PlastiCircular- Microplastics.today*. Disponible en: https://microplastics.today/about -project/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

[10] *Resumen del Pacto Europeo sobre Plásticos*. Disponible en: https://europeanplasticspact.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

[11] *Reducción de residuos plásticos en la UE: Informe sobre las mejores prácticas*. Disponible en: https://plasticactioncentre.ca/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

[12] *Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico (GPAP)*. Foro Económico Mundial. Disponible en: https://www.globalplasticaction.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

[13] *Evaluación de la Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico– Itad* (Septiembre de 2025). Disponible en: https://www.itad.com/project/evaluating -global -plastic -action -partnership -gpap/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

vinculación directa entre la industria y el ámbito académico. El Pacto Europeo de Plásticos y el GPAP conectan a las instituciones de educación superior con directivos industriales o empresariales, fabricantes de envases y autoridades municipales de gestión de residuos. Esta alineación respalda el objetivo del proyecto de firmar acuerdos de cooperación y garantizar la explotación a largo plazo, la sostenibilidad comercial y la viabilidad del modelo de negocio una vez finalizado el apoyo financiero de la CE.

Finalmente, a continuación se presentan algunas recomendaciones del plan de acción para que el consorcio del proyecto apoye la conexión con estas comunidades de práctica:

1. **Aprovechar las redes UN HESI y PRME para la validación académica.** Envíe el plan de estudi os EDU4PlastiCircular y los resultados de la biblioteca digital al portal HESI CoP para asegurar la visibilidad internacional entre las instituciones de educación superior y atraer a estudiantes piloto externos más allá de las universidades asociadas princ ipales en Rumania, España, Italia y Eslovenia;
2. **Integrarse en el ECESP** -El proyecto, como iniciativa comprometida, se registró en la plataforma virtual ECESP y su programa de formación y boletines informativos se publicaron junto con los libros electrónicos desarrollados. Los miembros de la iniciativa EDU4PlastiCircular participan en los eventos de la Semana Europea de la Economía Circular para involucrar a un mayor número de actores europeos. Para más detalles, consulte: #CEstakeholderEU ,Plataforma Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular - Una iniciativa conjunta de la Comisión Europea y el Comité Económico y So cial Europeo;
3. **Colabora con las secciones locales del Club de Economía Circular (CEC).** - Los socios de las secciones locales de la CEC cercanas a las universidades socias del proyecto (como la Universitatea Politehnica Timisoara (Rumania) y la Universitat Politècnica de València (España)) han organizado talleres híbridos, multiplicando el alcance de los paquetes de inicio y los kits de herramientas digitales.
4. **Establecer vínculos industriales a través del Pacto Europeo de Plásticos.** Los miembros de la iniciativ a EDU4PlastiCircular han invitado a las partes interesadas del sector industrial, pertenecientes a la red del Pacto Europeo de Plásticos, a participar en los eventos multiplicadores del proyecto y a analizar la aplicabilidad práctica del contenido de apren dizaje digital para empleados y directivos de empresas.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

2.3 Justificación de la iniciativa EDU4PlastiCircular

En respuesta a estos desafíos, se creó el proyecto Erasmus+ EDU4PlastiCircular bajo el título: Educación para el plástico en una economía circular y climáticamente neutra: prevenir que los residuos acaben en el medio ambiente. Esta iniciativa busca fomentar una economía climáticamente neutra, tendiendo puentes entre los principios circulares y las herramientas educativas prácticas. El proyecto se basa en tres pilares fundamentales de innovación:

1. **Recopilación de mejores prácticas** en relación con el papel del plástico en las economías circulares y neutrales, proporcionando una base pedagógica para la educación en este ámbito;
2. Desarrollar un aula virtual interactiva para difundir conocimientos especializados y realizar cursos online masivos y abiertos (MOOC);
3. Crear una biblioteca digital con materiales relevantes para proporcionar un centro centralizado para investigadores y el público (promoviendo la ciencia abierta y las iniciativas de aprendizaje permanente).

Para garantizar una educación inclusiva, las plataformas digitales del proyecto incorporan herramientas de accesibilidad, como modos de alto contraste y fuentes legibles, lo que permite que una amplia gama de beneficiarios interactúe con el contenido. El éxito de esta iniciativa se debe a un consorcio internacional de seis socios (Fig. 2.2):

- **Universitatea Politehnica Timisoara (Rumania)** ,https://www.upt.ro/coordinador del proyecto.
- **Universidad Politécnica de Valencia (España)** ,https://www.upv.es/index-en.html;
- **Facultad de Protección Ambiental de Velenje (Eslovenia)** ,https://fvo.si/;
- **Universitatea Transilvania din Brasov (Rumania)** ,https://www.unitbv.ro/;
- **Università degli studi dell'Insubria (Italia)** ,https://www.uninsubria.it/;
- **Dermol svetovanje doo (Eslovenia)** ,https://dermol.si/.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

EDU4PlastiCircular es una iniciativa única y compleja desarrollada por seis socios/cuatro países, con el apoyo de partes interesadas locales y regionales comprometidas a subsanar la brecha existente en la educación, la gestión y las prácticas laborales en materia de desarrollo sostenible.

Higo.2.2Logotipo de los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular

El proyecto EDU4PlastiCircular se alinea perfectamente con la recomendación del Consejo Europeo sobre el aprendizaje para la transición ecológica. [14]Nuestra iniciativa brindará a estudiantes de todas las edades (formadores/educadores de IES, estudiantes y también gerentes y empleados de organizaciones) oportunidades de capacitación sobre el plástico en la economía circular y climáticamente neutra y la sostenibilidad (¡una necesidad imperiosa!), convirtiendo así el aprendizaje para la transición verde en una prioridad de las IES a través del desarrollo de habilidades/competencias verdes. Mediante la iniciativa/programa de capacitación EDU4PlastiCircular se facilitarán cambios de comportamiento en los participantes/preferencias individuales, valores culturales, conciencia, comportamiento responsable y, en general, se apoyará la participación activa para la neutralidad climática de la UE hasta 2050 (desde los niveles comunitario, organizacional, regional y nacional). Por lo tanto, el proyecto incorpora muchas prácticas/enfoques verdes como: gestión verde, movilidad verde, soluciones en línea/e-learning, libros electrónicos, pedagogía verde que contribuirá al desarrollo de habilidades y competencias verdes, conciencia verde, carreras/empleos verdes (como lo respalda el contenido de los paquetes de trabajo del proyecto) y, finalmente: IES verdes.

El principal grupo objetivo/público objetivo del curso son los adultos que buscan formación continua procedentes de países de la UE (de 18 a 65 años), concretamente:

- **profesor es/educadores de instituciones de educación superior** (todas las categorías de personal docente), quienes transmitirán los conocimientos adquiridos en el curso a sus estudiantes. El personal docente de las instituciones de educación superior es el principal beneficiario de los recursos educativos abiertos de

[14] https://education.ec.europa.eu/news/learning-for-the-green-transition-and-sustainable-development

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

EDU4PlastiCircular, pero también podrían interesar a formadores y consultores del ámbito empresarial.

- **Estudiantes** procedentes de diversos programas de formación en ingeniería, administración de empresas y economía, incluyendo estudiantes de diferentes niveles (licenciatura, máster y doctorado), que estarán mejor preparados para gestionar, abordar y afrontar los futuros retos relacionados con el plástico y los envases, las estrategias de circularidad del plástico y los residuos plásticos.
- **Gerentes y empleados** de diferentes organizaciones (en particular aquellas que puedan colaborar con instituciones de educación superior), que aplicarán los conocimientos adquiridos en el curso para que sus organizaciones y procesos sean más sostenibles en lo que respecta a los plásticos.

Las herramientas digitales desempeñan un papel fundamental para garantizar y respaldar la sostenibilidad de la educación dentro del proyecto EDU4PlastiCircular, ofreciendo soluciones a largo plazo para la difusión del conocimiento sobre la Economía Circular. Contribuyen a varias vías clave:

- **Accesibilidad e inclusión** -Las plataformas digitales del proyecto incluyen herramientas esenciales de accesibilidad, como ampliación de texto, fuentes legibles, modos de alto contraste y opciones de fondo claro. Estas características garantizan que los recursos educativos sigan siendo accesibles para una amplia gama de usuarios de forma indefinida.
- **Continuidad de los recursos** -Mediante la creación de un aula virtual y una biblioteca digital, el proyecto transforma la información en un recurso permanente. Estas herramientas permiten a los beneficiarios acceder a los materiales de estudio en cualquier momento, garantizando que el proceso de aprendizaje continúe mucho después de la finalización oficial de las actividades del proyecto.
- **Centralización de las mejores prácticas** -Las herramientas digitales facilitan la recopilación y organización de buenas prácticas en materia de plásticos dentro de una economía circular y climáticamente neutra. Esta plataforma digital permite actualizaciones rápidas e intercambio de información entre socios en Rumania, Eslovenia, España e Italia, evitando los costes ecológicos asociados al transporte físico o a los materiales impresos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Establecer un impacto a largo plazo** -Un objetivo fundamental es utilizar estos resultados digitales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la iniciativa EDU4PlastiCircular. La infraestructura digital sirve de base para futuras investigaciones y para la educación pública continua, con el fin de prevenir que los residuos plásticos lleguen al medio ambiente.

En resumen, la digitalización transforma la educación, pasando de ser un evento puntual a un proceso continuo y escalable, lo cual es esencial para la transición hacia una economía climáticamente neutra.

2.4 Referencias

Ackerman, J., & Levin, DB (2023). Repensando el reciclaje de plásticos: una comparación entre Norteamérica y Europa. Journal of Environmental Management, 340, 117859.

Barford, A. y Ahmad, SR (2021). Un llamado a una economía circular socialmente restaurativa: recolectores de residuos en la cadena de suministro de plásticos reciclados. Circular Economy and Sustainability, 1(2), 761-782.

Benson, NU, Bassey, DE y Palanisami, T. (2021). Contaminación por COVID: impacto de la pandemia de COVID-19 en la huella global de residuos plásticos. Heliyon, 7(2).

Chen, HL, Nath, TK, Chong, S., Foo, V., Gibbins, C., & Lechner, AM (2021). El problema de los residuos plásticos en Malasia: gestión, reciclaje y eliminación de residuos plásticos locales y globales. SN Applied Sciences, 3(4), 437.

Cimpan, C., Bjelle, EL, Budzinski, M., Wood, R., & Strømman, AH (2023). Efectos de las intervenciones de circularidad en el sector europeo de envases de plástico. Environmental Science & Technology, 57(27), 9984-9995.

Enthaler, S. (2026). Plásticos en el ciclo: los residuos como recurso: reciclar para un futuro sostenible. BoD–Books on Demand.

Ncube, LK, Ude, AU, Ogunmuyiwa, EN, Zulkifli, R., & Beas, IN (2021). Una visión general de la generación y gestión de residuos plásticos en las industrias de envasado de alimentos. Reciclaje, 6(1), 12.

Sharma, S., Sharma, V., & Chatterjee, S. (2023). Contribución del plástico y el microplástico al cambio climático global y sus impactos combinados en el medio ambiente: una revisión. Science of the total environment, 875, 162627.

Szaky, T. (2019). El futuro del embalaje: de lineal a circular. Berrett-Koehler Publishers.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Tan, MH, Chiong, MS, Chun, YY, Tsukahara, K., & Tahara, K. (2022). Un análisis de las prácticas y los desafíos de la industria del reciclaje de plásticos en Malasia. International Journal of Automation Technology, 16(6), 831 -837.

Webografía

Acerca del proyecto EDU4PlastiCircular - Microplastics.today Disponible en: https://microplastics.today/about -project/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Club de Economía Circular (CEC) Instituto de Economía Circular. Disponible en: https://ceinstitute.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Club de Economía Circular en ECESP Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/dialogue/existing -eu-platforms/circular -economy -club [Consultado el 12 de enero de 2026].

Grupos de liderazgo de ECESP Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/leadership -groups [Consultado el 12 de enero de 2026].

Sitio web oficial del proyecto EDU4PlastiCircular Disponible en: https://microplastics.today/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Plataforma Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular (ECESP) Iniciativa conjunta de la Comisión Europea y el CESE. Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en [Consultado el 12 de enero de 2026].

Evaluación de la Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico Itad (Septiembre de 2025). Disponible en: https://www.itad.com/project/evaluating -global -plastic -action -partnership -gpap/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Resumen del Pacto Europeo sobre Plásticos Disponible en: https://europeanplasticspact.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Alianza Mundial para la Acción contra el Plástico (GPAP) Foro Económico Mundial. Disponible en: https://www.globalplasticaction.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Iniciativa de Sostenibilidad de la Educación Superior (HESI) Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en: https://sdgs.un.org/HESI [Consultado el 12 de enero de 2026].

Comunidades de práctica de HESI Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en: https://sdgs.un.org/HESI/COP [Consultado el 12 de enero de 2026].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Plataforma para acelerar la economía circular (PACE) (2025). Disponible en: https://pacecircular.org/news [Consultado el 10 de enero de 2026].

Principios para la Educación en Gestión Responsable (PRME, por sus siglas en inglés) Disponible en: https://www.unprme.org/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Reducción de residuos plásticos en la UE: Informe sobre las mejores prácticas Disponible en: https://plasticactioncentre.ca/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Noticias del mundo universitario: La educación superior desempeña un papel de enlace entre el gobierno y las comunidades. (2026). Disponible en: https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20260505150227368 [Consultado el 12 de enero de 2026] .

WPT (2026). ¿Por qué el reciclaje de plásticos está teniendo dificultades en la UE en 2026? Disponible en: https://www.wastepapertrade.com/blogposts/why-plastic-recycling-is-struggling-in-the-eu-in-2026?gad_source=1&gad_campaignid=22433049014&gbraid=0AAAAA-Lx5dG26S4MrTXf6zjTZPu92qWY7&gclid=CjwKCAjwspPOBhB9EiwATFbi5Lt-PVnHuYuBFrwCknv113Pgk4jZbVdANjWp53vjhhmzwFZyF_e27RoC6hkQAvD_BwE [Consultado el 12 de enero de 2026].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

3 El entorno digital EDU4PlastiCircular creado. El marco de formación y certificación.

3.1 Descripción general y objetivos del proyecto

El proyecto EDU4PlastiCircular representa una iniciativa pionera financiada por Erasmus+ diseñada específicamente para abordar la formación en prácticas responsables de circularidad del plástico y la concienciación sobre los microplásticos en la educación superior. El proyecto busca fomentar competencias medioambientales mediante una formación integral sobre temas interrelacionados, como el mundo del plástico, la gestión de residuos, la economía circular, la innovación y el comportamiento ambiental responsable. Como colaboración internacional que involucra a múltiples instituciones europeas asociadas, EDU4PlastiCircular ejemplifica el enfoque transnacional, cada vez más reconocido como esencial para afrontar los desafíos ambientales globales.

Los objetivos principales del proyecto se centran en desarrollar la capacidad educativa para evitar que los residuos plásticos lleguen al medio ambiente, al tiempo que se promueven los principios de la economía circular. Este doble enfoque en la prevención y la circularidad distingue a EDU4PlastiCircular de las iniciativas que abordan únicamente la gestión de residuos o el reciclaje de forma aislada. El proyecto reconoce explícitamente que lograr una economía del plástico circular y climáticamente neutra requiere cambios fundamentales en la forma en que se diseñan, producen, utilizan y gestionan los plásticos al final de su vida útil. En la página web del proyecto (Fig. 3.1) se pueden encontrar ideas más innovadoras sobre cómo aprovechar los recursos creados por EDU4PlastiCircular y más información sobre el proyecto.https://microplastics.today/

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.3.1Página principal del proyecto, https://microplastics.today/

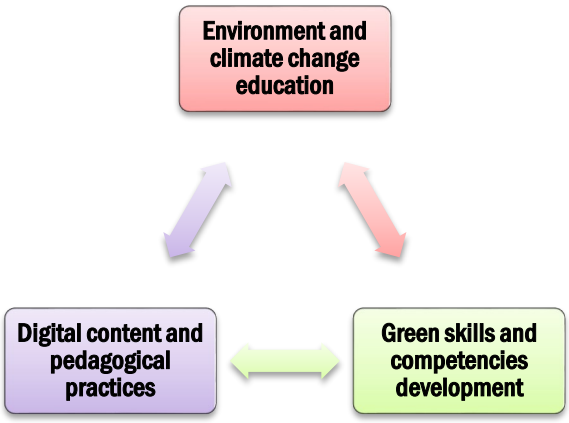
Según la propuesta del proyec to, el proyecto EDU4PlastiCircular, desarrollado en el marco del programa Erasmus+, contribuye a una o más de las siguientes prioridades políticas del programa: HORIZONTAL: Medio ambiente y lucha contra el cambio climático. Además, se ha seleccionado una p rioridad más: EDUCACIÓN SUPERIOR: Apoyo a las capacidades digitales y ecológicas del sector de la educación superior. El proyecto aborda estas prioridades (Fig. 3.2) de la siguiente manera:

1. El proyecto contribuye a una mejor comprensión de la economía circ ular de los plásticos mediante un programa de formación integral. Proporciona a los participantes (docentes/formadores de instituciones de educación superior, estudiantes y directivos de empresas) una visión general europea del mundo de los plásticos, incl uyendo la producción, la transformación en piezas y productos, el consumo, la recogida y el tratamiento de residuos, incluido el reciclaje (aspectos del final de la vida útil, como la producción de plásticos reciclados y su reutilización en diferentes sect ores). La sensibilización y la responsabilidad de formadores y participantes son efectos clave del programa de formación EDU4PlastiCircular. Aspecto innovador: Los resultados del proyecto EDU4PlastiCircular definen competencias sostenibles para la educació n superior y también para otras organizaciones.
2. Incluye el uso de tecnologías digitales para el programa de formación y gestión de EDU4PlastiCircular (herramientas de colaboración en la nube para comunicación, documentación, proyectos, versiones, reuniones, riesgos, incidencias y gestión del cambio). Aspecto innovador: las metodologías y enfoques consolidados sobre el plástico en la economía circular y climáticamente neutra se transferirán y adaptarán a los diferentes ámbitos educativos de las inst ituciones de educación superior asociadas (docencia, gestión y trabajo remoto).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

3. Incluye pedagogías innovadoras para la educación EDU4PlastiCircular, la sensibilización y la adaptación conductual mediante el aprendizaje virtual y la colaboración (por ejempl o, ciberpedagogía, aprendizaje combinado, unidades de microaprendizaje, aprendizaje entre pares, sesiones grupales basadas en la pedagogía gestáltica que incluyen el aprendizaje con expresión artística, expresión corporal, psicodrama y expresión de emocion es).
4. Aborda las diferencias en relación con el acceso a un trabajo significativo en función de la geografía: la educación/enseñanza en línea/a distancia ofrece a los formadores/educadores de instituciones de educación superior igualdad de oportunidades par a puestos docentes sin necesidad de reubicación.



Higo.3.2Los tres dominios principales abordados por el proyecto EDU4PlastiCircular

3.2 Enfoque pedagógico innovador de la educación 4.0

EDU4PlastiCircular em plea pedagogías innovadoras, como el aprendizaje virtual, la ciberpedagogía y formatos educativos híbridos, para maximizar la accesibilidad y la participación. Este enfoque multimodal refleja la comprensión actual de que una educación eficaz en sostenibili dad debe adaptarse a las diversas preferencias y contextos de aprendizaje. Un análisis exhaustivo de las brechas, realizado en el marco del proyecto, evaluó tanto el nivel de conocimiento actual como la utilidad percibida de la Economía Circular y los tema s relacionados con los plásticos entre estudiantes y personal docente, proporcionando así una base empírica para el desarrollo curricular.

Los resultados de la investigación del proyecto revelan que el aprendizaje híbrido se consolidó como el formato prefe rido, con una ligera preferencia por la instrucción presencial y el aprendizaje en línea como el menos popular. Las presentaciones de PowerPoint se identificaron como el material de aprendizaje preferido, mientras que los

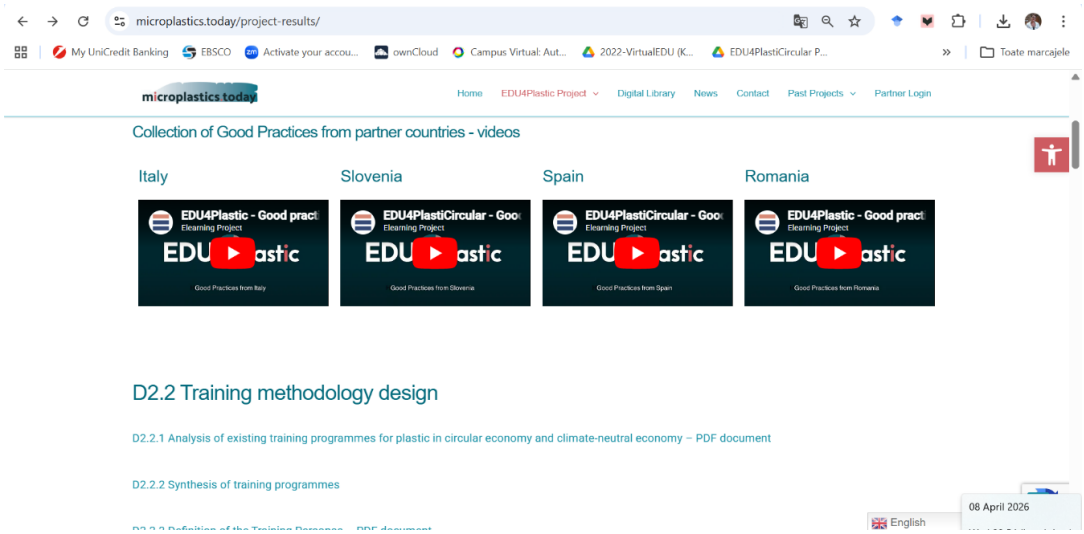
Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

libros impresos y digitales obtuvi eron calificaciones de preferencia más bajas. Estas conclusiones tienen implicaciones directas para el diseño de programas educativos que se ajusten a las necesidades y preferencias de los estudiantes, lo que podría mejorar la participación y los resultado s del aprendizaje.

La metodología del proyecto hace hincapié en el aprendizaje basado en competencias, centrándose en el desarrollo de habilidades prácticas junto con el conocimiento teórico. Este enfoque se alinea con las tendencias más amplias en la educ ación para la sostenibilidad, que se orientan hacia un aprendizaje práctico que prepara a los estudiantes para afrontar los desafíos del mundo real. La integración de temas que abarcan desde la química fundamental y la ciencia de los materiales hasta las p olíticas y el cambio de comportamiento refleja la naturaleza intrínsecamente interdisciplinaria de los desafíos de la economía circular.

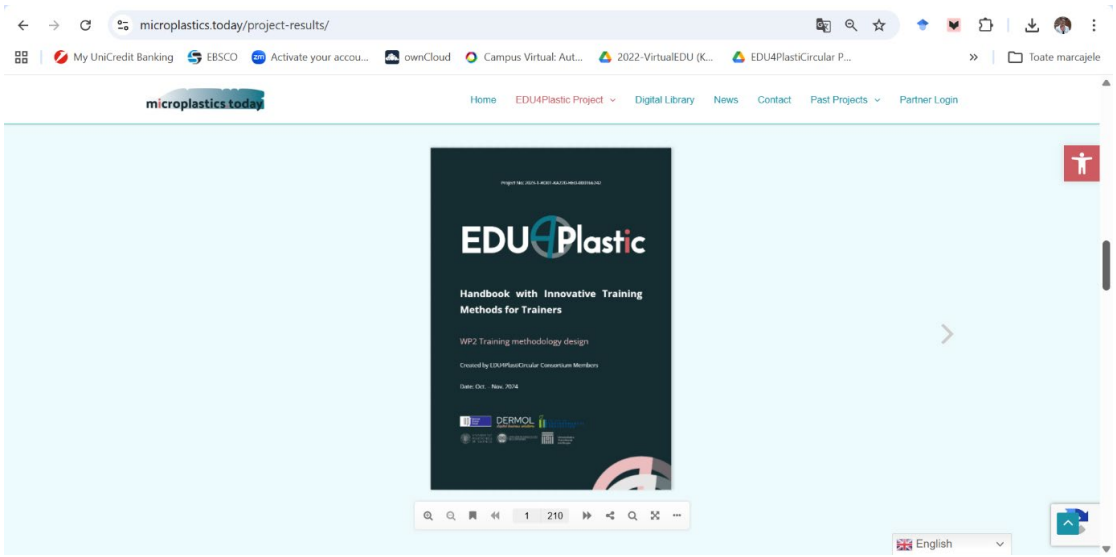
Para obtener más detalles sobre el enfoque pedagógico diseñado para la formación en principios de Economía Circular y a spectos de circularidad del plástico en el contexto de EDU4PlastiCircular El proyecto se puede encontrar en (Fig. 3.3): https://microplastics.today/project - results/ El material más útil es (presentado en la Fig. 3.4) el manual para formadores con métodos e ideas innovadoras para el proceso educativo.



Higo.3.3Acceda al diseño de la metodología de capacitación D2.2 EDU4PlastiCircular

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.3.4Manual con métodos innovadores para formadores

Los recursos pedagógicos del proyecto EDU4PlastiCircular están diseñados con un enfoque modular sofisticado que se alinea con los marcos de competencias europeos. El proyecto va más allá de la simple sensibili zación para ofrecer un recorrido educativo estructurado y adaptado a la educación superior y al desarrollo profesional. A continuación, se describen los pilares pedagógicos principales del proyecto:

1. Marco basado en competencias (la tarjeta de habilidade s) -La base de la pedagogía del proyecto es una tarjeta de habilidades visual (una representación en forma de árbol de las competencias). Esta tarjeta alinea el programa de capacitación con:

- **GreenComp** Es el marco europeo de competencias en sostenibilidad, centrado en el pensamiento crítico y la capacidad de acción individual en la protección del medio ambiente.
- **EQF (Marco Europeo de Cualificaciones)** - Los recursos están diseñados para adaptarse a diferentes niveles educativos, garantizando que tanto un estudiante de licenciatura como un directivo de una empresa reciban contenido con la profundidad adecuada.

2. Itinerarios de aprendizaje escalonados -A diferencia de los cursos "de talla única", EDU4PlastiCircular utiliza rutas de aprendizaje diferenciadas (del nivel 1 al nivel 3) para atender a tres grupos objetivo distintos:

- **Estudiantes** : Centrándonos en el conocimiento técnico y en las habilidades de ingeniería preparadas para el futuro.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Formadores/Educadores** : Proporcionar las herramientas metodológicas (el "cómo hacerlo") para transferir este conocimiento a otros.

- **Empleados/Gerentes** : Se hace hincapié en soluciones prácticas y listas para su implementación que permitan que los procesos organizativos sean más sostenibles.

3. Integración de la taxonomía de Bloom -El plan de estudios se estructura utilizando la taxonomía de Bloom, lo que garantiza una progresión desde los conocimientos y habilidades básicos del nivel "Recordar" (comprender qué son los microplásticos) hasta las habilidades de alto nivel "Crear" (diseñar nuevas soluciones para la economía circular).

- **Base** Guías de terminología y lecturas sobre "Los plásticos".

- **Solicitud** : Estudios de casos prácticos e iniciativas de producción más limpia.

- **Evaluación** : Tecnologías de clasificación avanzadas y módulos de cumplimiento normativo.

4. Métodos de enseñanza diversos –El diseño instruccional está fuertemente alineado con el marco de sostenibilidad moderno, proponiendo un entorno de aprendizaje complejo y modular, basado en paradigmas experienciales, transformadores y de pensamiento sistémico:

- **Métodos de enseñanza y aprendizaje predominantes** Métodos expositivos (conferencias y clases interactivas); Aprendizaje experiencial (laboratorios, simulaciones, talleres, prácticas); Aprendizaje basado en la indagación (experimentos, investigaciones); Aprendizaje basado en problemas (estudios de caso, diseño de soluciones); Aprendizaje basado en proyectos (prototipado, impresión 3D); Gamificación (cuestionarios, concursos); Aprendizaje reflexivo (diarios, mapas conceptuales, infografías, reflexiones); Aprendizaje colaborativo (trabajo en grupo, juegos de rol, debates).

- **Orientación a las competencias** , alineado con el marco GreenComp: Pensamiento sistémico (por ejemplo, rutas del plástico, ACV); Pensamiento crítico (evaluación de materiales, políticas); Competencia para la acción (diseño de soluciones, auditorías de sostenibilidad); Autoconciencia (actividades de reflexión)

- **Arquitectura instruccional** Cada módulo está estructurado en torno a temas que comprenden actividades de aprendizaje y evaluación (LAA) que integran métodos de enseñanza para la clase magistral (aporte de conocimientos), la actividad

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

(participación activa), la evaluación (retroalimentación y validación) y los recursos de aprendizaje.

5. Diversos formatos de recursos -Para adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico), el conjunto de herramientas pedagógicas incluye:

- **Biblioteca digital** : Un repositorio de acceso abierto de libros electrónicos, presentaciones multimedia y artículos de investigación.
- **Curso electrónico interactivo** : Alojado en elProyecto de aprendizaje electrónico.euplataforma que ofrece lecciones a ritmo propio y cuestionarios de progreso.
- **Plantillas prácticas** Fichas de trabajo que permiten a los alumnos analizar el uso del plástico en su propio entorno.

6. Retroalimentación y autoevaluación -Una característica pedagógica fundamental es el modelo de evaluación iterativa. El proyecto utiliza una evaluación inicial denominada «Comprueba tus conocimientos» para establecer una base de referencia del aprendizaje del alumno, seguida de cuestionarios al final de cada módulo para validar el progreso. Esto permite la reflexión inmediata, un principio clave del aprendizaje de adultos (andragogía).

Mesa3.1Tabla resumen de la estrategia pedagógica

Característica	Objetivo pedagógico
Contenido multilingüe	Acceso inclusivo para poblaciones europeas diversas.
Recursos Educativos Abiertos (REA)	Promover el aprendizaje permanente y la accesibilidad.
Método de estudio de caso	Crear puentes entre el conocimiento teórico y la realidad de la industria.
Actualizaciones continuas	Garantizar que los alumnos estén informados sobre las investigaciones ci entíficas actuales (por ejemplo, los microplásticos en el aire/la Antártida).

Al combinar el rigor teórico con las mejores prácticas de la industria, el proyecto EDU4PlastiCircular proporciona un ecosistema sólido para cualquiera que busque pasar de una mentalidad "lineal" a una "circular".

3.3 Resultados y contribuciones

El proyecto EDU4PlastiCircular ha generado información valiosa para el diseño de programas educativos alineados con las necesidades y preferencias de estudiantes y

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

personal docente en el ámbito de la economía circular y los plásticos. Mediante un análisis sistemático de las deficiencias y una evaluación de las preferencias, el proyecto proporciona una base empírica para el desarrollo curricular que puede servir de base para iniciativas si milares en diferentes contextos institucionales. El énfasis del proyecto en el desarrollo de competencias verdes responde a una necesidad crítica identificada por la Unión Europea y otros organismos políticos en materia de capacitación laboral para la econ omía circular.

El proyecto contribuye a abordar el desafío más amplio de integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de la educación superior, lo cual se ha identificado como esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Al centrar se específicamente en los plásticos y la economía circular, EDU4PlastiCircular ofrece un modelo de educación en sostenibilidad temática que puede complementar iniciativas más amplias de educación ambiental. La estructura de colaboración internacional del p royecto facilita el intercambio de conocimientos y el desarrollo de capacidades entre instituciones europeas, lo que podría acelerar la adopción de la educación en economía circular.

Todos los resultados y las contribuciones de los socios pueden consultars e en la página web del proyecto: https://microplastics.today/

3.4 Referencias

*Acerca del proyecto EDU4PlastiCircular - Microplastics.today*Disponible en:https://microplastics.today/about -project/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Sitio web oficial del proyecto EDU4PlastiCircular Disponible en:https://microplastics.today/ [Consultado el 12 de enero de 2026].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4 Currículo de formación EDU4PlastiCircular y modelos de procesos de referencia para los diferentes grupos destinatarios.

4.1 Alineación de la iniciativa EDU4PlastiCircular con los marcos de competencias europeos.

La iniciativa EDU4PlastiCircular aborda la GreenComp (el marco europeo de competencias en materia de sostenibilidad[15]) modelo de referencia conceptual (Fig. 4.1) que consta de 12 competencias organizadas en las cuatro áreas que se indican a continuación:

a. **Encarnando los valores de sostenibilidad** , incluyendo las competencias:

- **Valorar la sostenibilidad:** Reflexionar sobre los valores personales; identificar y explicar cómo varían los valores entre las personas y a lo largo del tiempo, evaluando críticamente cómo se alinean con los valores de sostenibilidad.
- **Apoyando la equidad:** Promover la equidad y la justicia para las generaciones presentes y futuras, y aprender de las generaciones anteriores para lograr la sostenibilidad.
- **Promover la naturaleza:** Reconocer que los seres humanos formamos parte de la naturaleza; y respetar las necesidades y los derechos de otras especies y de la naturaleza misma para restaurar y regenerar ecosistemas sanos y resilientes.

b. **Aceptar la complejidad en la sostenibilidad** , incluyendo las competencias:

- **Pensamiento sistémico:** Abordar un problema de sostenibilidad desde todos los ángulos; considerar el tiempo, el espacio y el contexto para comprender cómo interactúan los elementos dentro y entre los sistemas.
- **Pensamiento crítico:** Evaluar la información y los argumentos, identificar suposiciones, cuestionar el statu quo y reflexionar sobre cómo los

[15] Más detalles en: Informe del JRC: GreenComp. El marco europeo de competencias en materia de sostenibilidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

antecedentes personales, sociales y culturales inf luyen en el pensamiento y las conclusiones.

- **Definición del problema:** Formular los desafíos actuales o potenciales como un problema de sostenibilidad en términos de dificultad, personas involucradas, tiempo y alcance geográfico, para identificar enfoques adecuados para anticipar y prevenir problemas y para mitigar y adaptarse a los problemas ya existentes.

c. **Imaginando futuros sostenibles** , incluyendo las competencias:

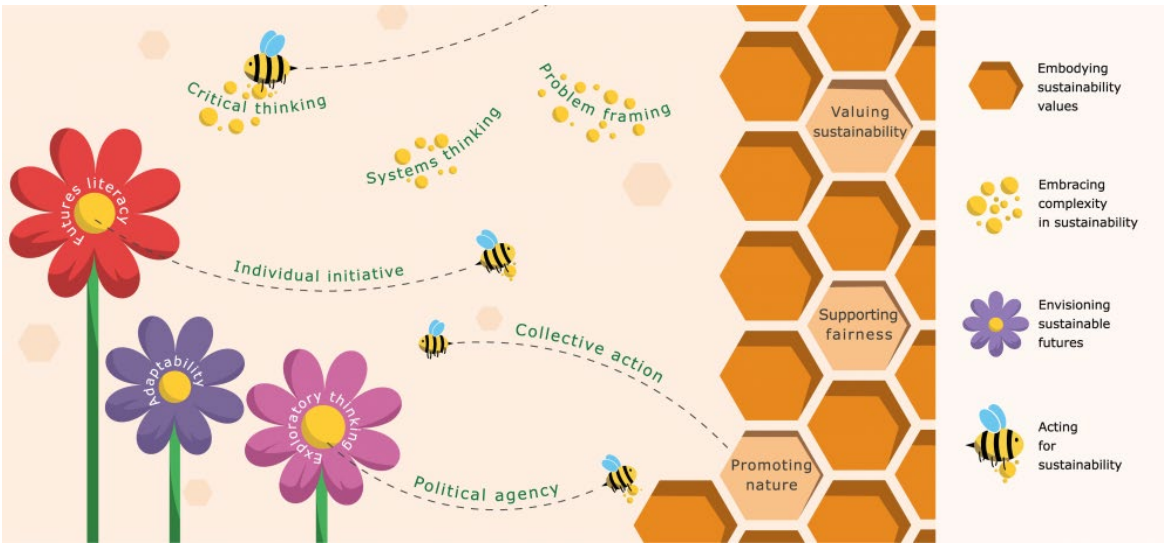
- **Alfabetización para el futuro:** Visualizar futuros sostenibles alternativos imaginando y desarrollando escenarios alternativos e identificando los pasos necesarios para lograr un futuro sostenible deseado.
- **Adaptabilidad:** Gestionar transiciones y desafíos en situaciones complejas de sostenibilidad y tomar decisiones relacionadas con el futuro frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo.
- **Pensamiento exploratori o:** Adoptar una forma de pensar relacional explorando y vinculando diferentes disciplinas, utilizando la creatividad y la experimentación con ideas o métodos novedosos.

d. **Actuando por la sostenibilidad,** incluyendo las competencias:

- **Agencia política:** Para desenvolverse en el sistema político, es necesario identificar la responsabilidad política y la rendición de cuentas por comportamientos insostenibles, y exigir políticas eficaces para la sostenibilidad.
- **Acción colectiva:** Actuar en pro del cambio en colaboración con otros.
- **Iniciativa individual:** Identificar nuestro propio potencial de sostenibilidad y contribuir activamente a mejorar las perspectivas de la comunidad y del planeta.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.4.1Visualización deGreenComp (© CE 2022)

Además, la iniciativa EDU4PlastiCircular tiene como objetivo proporcionar un programa educativo en el ámbito del plástico en una economía circular, alineado con otros marcos de competencias de la UE, tales como:

- https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-e
- EntreComp: Marco de competencias para el emprendimiento - Centro Común de Investigación
- Publicaciones del JRC - LifeComp: Marco europeo para la evaluación de competencias clave personales, sociales y de aprendizaje del aprendizaje

En síntesis, se ha resumido cómo se considera la alineación con los diferentes marcos de competencias europeos en el enfoque del desarrollo del programa de formación EDU4PlastiCircular:

1. Competencias clave para el aprendizaje a lo largo de la vida:

- Desarrollo de habilidades/competencias de comunicación:
    - Comunicación eficaz sobre los problemas de los residuos plásticos, los conceptos de economía circular y las soluciones tecnológicas.
    - Capacidad para presentar los resultados de la investigación y participar en debates con las partes interesadas.
- Desarrollo de competencias digitales:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- Utilización de herramientas digitales para la investigación, el análisis de datos, el diseño y la comunicación (por ejemplo, software CAD, plataformas en línea para la colaboración, herramientas de visualización de datos).
- Comprender y evaluar críticamente la información procedente de fuentes digitales.

- Desarrollo de la competencia matemática y de las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM):
  - Aplicar principios científicos para comprender las propiedades de los plásticos y el impacto ambiental de los residuos plásticos, las tecnologías utilizadas para producir piezas de plástico, etc.;
  - Utilizar métodos matemáticos y estadísticos para el análisis de datos y la modelización de sistemas y modelos de negocio de la Economía Circular, así como explicar los procesos tecnológicos de fabricación, reciclaje, reutilización, etc.
- Desarrollo de competencias para aprender a aprender:
  - Desarrollar habilidades de aprendizaje independiente para investigar los nuevos avances en el reciclaje de plásticos y las tecnologías de la economía circular.
  - Adaptarse a los nuevos retos y al conocimiento en constante evolución en este campo que cambia rápidamente (tanto a nivel individual como organizacional).
- Desarrollo de competencias sociales y cívicas:
  - Comprender las repercusiones ambientales y sociales de la contaminación por plásticos y la importancia del consumo sostenible.
  - Participar en acciones cívicas para promover los principios de la economía circular y abogar por cambios en las políticas.
- Desarrollo de habilidades y competencias empresariales:
  - Identificar y desarrollar modelos de negocio innovadores para la gestión de residuos plásticos y soluciones de economía circular; desarrollar modelos de negocio sociales para minimizar el impacto del plástico en el medio ambiente.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- Cultivar habilidades empresariales como la creatividad, la resolución de problemas y la asunción de riesgos.

- Desarrollo de la conciencia y la expresión cultural:
  - Comprender las dimensiones culturales y sociales del consumo de plástico y la gestión de residuos.
  - Comunicar sobre soluciones de economía circular de una manera culturalmente sensible e inclusiva.
  - Sensibilización y consumo responsable de productos plásticos, adoptando prácticas de reciclaje, reutilización, etc. (tanto a nivel individual como organizativo).

2. Competencias específicas para el desarrollo de la economía circular:

- *Pensamiento sistémico*- Comprender la interconexión de los diferentes elementos dentro de la cadena de valor del plástico y los sistemas económicos y ambientales más amplios.
- *evaluación del ciclo de vida* - Analizar los impactos ambientales y sociales de los productos plásticos a lo largo de todo su ciclo de vida.[16].
- *Diseño para la circula ridad* -Aplicar principios de diseño para crear productos de plástico que sean fácilmente reparables, reutilizables y reciclables.
- *Innovación y creatividad*- Desarrollar nuevos materiales, tecnologías y modelos de negocio para una economía circular.
- *Colaboración y trabajo en equipo*- Colaborar eficazmente con las partes interesadas de diferentes sectores (industria, mundo académico, responsables políticos) para desarrollar e implementar soluciones de economía circular.

3. La alineación de la educación con el Marco de Competencias de la UE es una práctica adoptada por los formadores (profesores, maestros, personal docente e investigador, representantes legales y gerentes de las instituciones de educación superior y los responsables de las políticas educativas):

- *Desarrollo curricular* - Integrar competencias clave en los programas educativos sobre el plástico en la economía circular. Esto debería considerarse para todos los niveles de educación universitaria;

[16] ¿Qué es la evaluación del ciclo de vida (ACV)? | Instituto Golisano para la Sostenibilidad | RIT

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- *metodologías de enseñanza* - Utilizar métodos de ap rendizaje activo que promuevan la colaboración, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Las metodologías de enseñanza modernas deben basarse en enfoques interdisciplinarios;
- *Estrategias de evaluación* - Evaluar el desarrollo de competencias clav e de los estudiantes a través de diversos métodos, incluyendo el aprendizaje basado en proyectos, estudios de caso y desafíos del mundo real. La implicación de las partes interesadas de la universidad, los representantes de empresas e industrias en el proc eso de evaluación podría ser beneficiosa para los estudiantes (al proporcionar una sólida confirmación de sus logros);
- *formación de profesores* - Dotar a los docentes de los conocimientos y las habilidades necesarios para integrar eficazmente las competencia s clave en su práctica docente.

Al alinear la formación y la educación de EDU4PlastiCircular con los marcos de competencias europeos mencionados anteriormente, se puede garantizar que los graduados no solo estén equipados con conocimientos técnicos, sino q ue también posean las habilidades y competencias más amplias necesarias para contribuir a un futuro sostenible.

Co-funded by the European Union

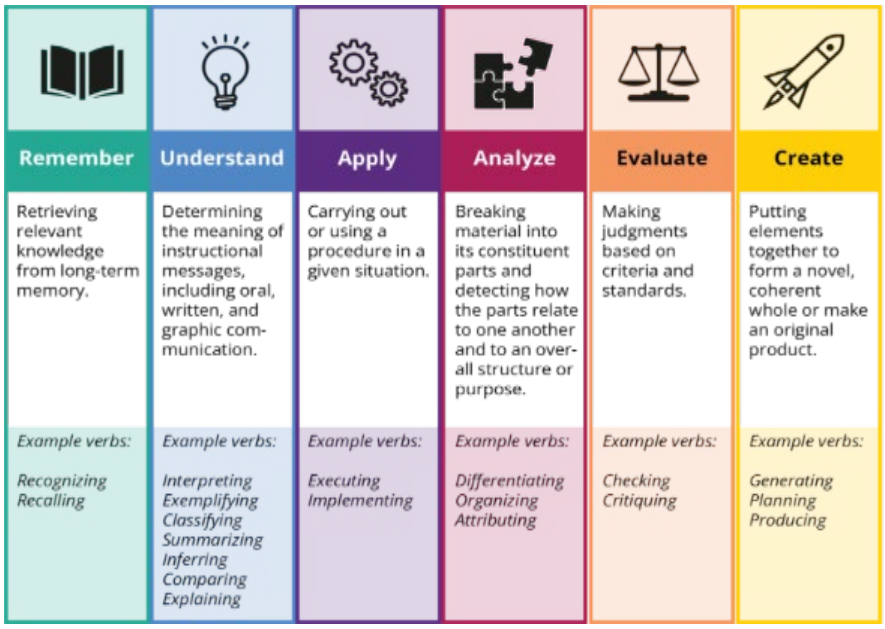
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4.2 Tarjeta de habilidades EDU4PlastiCircular. Programa de formación, planes de estudio y objetivos de aprendizaje.

4.2.1 Tarjeta de habilidades y objetivos de aprendizaje de EDU4PlastiCircular

La ficha de habilidades es una representación visual de las habilidades, conocimientos y capacidades resumidas en forma de árbol, y destaca las competencias clave que alcanzarán los graduados del programa EDU4PlastiCircular.

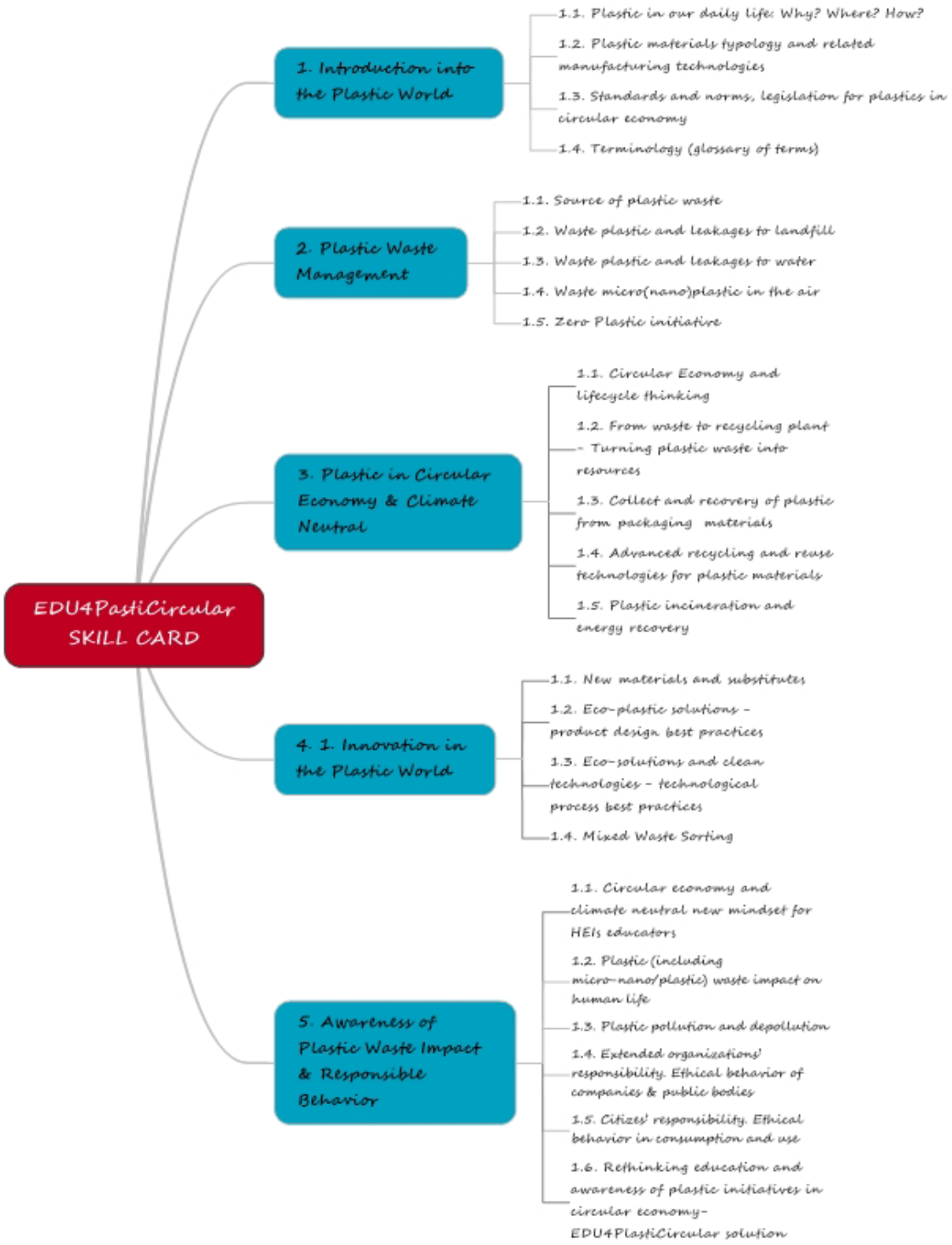
El programa de formación EDU4PlastiCircular consta de 5 dominios de competencias o conocimientos especializados, detallados mediante 4 o 5 habilidades y destrezas específicas de cada dominio. Cada uno de ellos se asocia a un nivel de habilidad particular, definido según la taxonomía de Bloom (Fig. 4.2 y Fig. 4.3). La tabla 4.1 muestra el inventario de los objetivos de aprendizaje para cada lección de cada módulo del programa de formación EDU4PlastiCircular.



Higo.4.2Niveles de la taxonomía de Bloom

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.4.3Tarjeta de habilidades circulares EDU4Plasti

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Mesa4.1Definición de los objetivos de aprendizaje para cada lección en cada módulo.

Módulo y lecciones	Objetivo de aprendizaje	Nivel de taxonomía de Bloom
Módulo 1. Introducción al mundo del plástico.		
El plástico en nuestra vida diaria: ¿Por qué? ¿Dónde? ¿Cómo?	Los alumnos podrán definir qué son los plásticos, incluidas sus características químicas básicas, y reconocerlos a partir de sus etiquetas.	1 - Retirada
	Los alumnos podrán recordar y enumerar al menos cinco tipos diferentes de plásticos que se encuentra n habitualmente en los artículos del hogar y clasificarlos en función de sus propiedades de reciclaje.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán describir los principales hitos en el desarrollo de los materiales plásticos, desde los polímeros naturales hasta los plásticos sintéticos modernos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán explicar las diversas aplicaciones de los plásticos en diferentes industrias, como el embalaje, la construcción, la automoción, la electrónica y la textil.	2 - Comprender
	Los alumnos pod rán describir los factores que influyen en la usabilidad de los plásticos, como su durabilidad, flexibilidad y resistencia a los productos químicos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán evaluar críticamente y explicar la necesidad de los plásticos en divers as aplicaciones.	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán analizar y comparar las ventajas y desventajas del uso de plásticos frente a otros materiales (por ejemplo, metales, vidrio, materiales biodegradables) en diversas aplicaciones.	4 - Analizar
Tipología de materiales plásticos y tecnologías de fabricación relacionadas	Los estudiantes podrán definir/explicar la tipología de los materiales plásticos.	2 - Comprender
	El alumno podrá explicar las tecnologías de fabricación relacionadas que intervienen en los pr ocesos de fabricación.	2 - Comprender
	Los alumnos serán capaces de explicar los usos de los plásticos en envases, construcción, equipos médicos, electrónica, juguetes, alimentación y automoción.	3 - Aplicar
	Los alumnos serán capaces de explicar las tecnologías utilizadas en el reciclaje de plásticos.	4 - Analizar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los estudiantes podrán identificar, clasificar y caracterizar diferentes materiales de distintas fuentes y relacionar los diferentes materiales con los procesos de fabricación más adecuado s.	5 - Evaluar
	Los estudiantes podrán identificar y caracterizar diferentes procesos de fabricación.	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán comprender el alcance de un proceso de certificación y seleccionar el más adecuado.	2 - Comprender
Normas y estándares, legislación sobre plásticos en la economía circular.	Los alumnos podrán resumir las normas y estrategias clave desarrolladas por la UE en relación con los materiales plásticos.	2 - Comprender
	El alumno podrá explicar las implicaciones de las iniciativas legislativas para el desarrollo de una economía circular y neutral.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán analizar diversos enfoques y casos de gestión de plásticos y microplásticos en todo el mundo.	4 - Analizar
	El alumno será capaz de realizar un análisis crítico de las normas, estándares y legislación vigente sobre plásticos en la economía circular y neutra (aspectos faltantes).	5 - Evaluar
Terminología (glosario de términos)	Los alumnos comprenderán los conceptos /términos utilizados en el programa de formación.	2 - Comprender
Módulo 2. Gestión de residuos plásticos		
Fuentes de residuos plásticos	Los alumnos comprenderán el concepto de residuos plásticos y sus diversas fuentes (terrestres y marinas), que contribuyen a la contaminación ambiental y afectan a la salud humana.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán aplicar el concepto de residuos plásticos y sus diversas fuentes, contribuyendo a la mejora de la gestión ambiental.	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán analizar el concepto de residuos plásticos y sus diversas fuentes, contribuyendo a la mejora de la gestión ambiental.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán evaluar el concepto de residuos plásticos y sus diversas fuentes, contribuyendo a la mejora de la gestió n ambiental.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán crear soluciones innovadoras para prevenir la generación de residuos plásticos procedentes de diferentes fuentes, contribuyendo así a la mejora de la gestión ambiental.	6 - Crear
Residuos plásticos y fugas al vertedero	Los alumnos comprenderán el concepto de residuos plásticos y la gestión de vertederos (eliminación, lixiviados y descomposición en vertederos, impacto ambiental).	2 - Comprender

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los alumnos podrán explicar y aplicar el concepto de residuos plásticos y gestión de vertederos (eliminación, lixiviados y descomposición en vertederos, impacto ambiental).	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán analizar diferentes situaciones de gestión de resi duos plásticos y vertederos (eliminación, lixiviados y descomposición en vertederos, impacto ambiental).	4 - Analizar
	Los alumnos podrán diseñar soluciones para diferentes situaciones de gestión de residuos plásticos y vertederos (estimando el impacto ambiental).	6 - Crear
Residuos plásticos y fugas al agua	Los alumnos podrán identificar y enumerar las fuentes comunes de residuos plásticos que contribuyen a la contaminación del agua (por ejemplo, vertidos industriales, escorrentía urbana, eliminación i nadecuada).	1 - Retirada
	Los alumnos podrán describir las vías por las que los residuos plásticos se desplazan a través de los sistemas acuáticos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán explicar cómo los residuos plásticos y las fugas afectan a las masas de agua, incluidos ríos, lagos y océanos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán evaluar el impacto ambiental de los plásticos desde su producción hasta su eliminación, centrándose en la contaminación del agua y su prevención.	5 - Evaluar
Residuos de micro(nano)plástico en el aire	Los alumnos podrán identificar y enumerar las fuentes comunes de microplásticos (o nanoplásticos) que contribuyen a la contaminación atmosférica, como las fibras sintéticas de la ropa, las partículas de desgaste de los neumát icos y las emisiones industriales.	1 - Retirada
	Los alumnos podrán explicar cómo se dispersan los microplásticos (o nanoplásticos) en el aire y los mecanismos mediante los cuales viajan y se depositan en diferentes entornos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán describir los posibles efectos en la salud de la inhalación de microplásticos (o nanoplásticos), incluidos los problemas respiratorios y otros riesgos para la salud asociados con la exposición a largo plazo.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán evaluar el impacto ambiental de los plásticos desde su producción hasta su eliminación, centrándose en la contaminación atmosférica y su prevención.	5 - Evaluar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Iniciativa Cero Plástico	Los alumnos comprenderán el concepto de la Iniciativa Cero Plástico y su impacto (el Plan Maestro para Cero Residuos Plásticos).	2 - Comprender
	Los alumnos podrán reconocer las diferentes soluciones de la Iniciativa Cero Plástico y aplicar sus principios en un caso/contexto particular (el Plan para Cero Residuos Plásticos).	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán analizar diferentes soluciones de la Iniciativa Cero Plástico y aplicar sus principios en un caso/contexto particular (el Plan Maestro para Cero Residuos Plásticos).	4 - Analizar
	Los alumnos podrán evaluar las iniciativas de cero plástico en el contexto de diferentes modelos de economía circular.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán crear soluciones/iniciativas sin plástico relacionadas con un contexto específico y utilizando diferente s modelos de economía circular.	6 - Crear
Módulo 3. El plástico en la economía circular y la neutralidad climática.		
Economía circular y pensamiento del ciclo de vida	Los alumnos podrán comprender la evolución de la economía circular.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender la relación entre la economía circular y los ODS.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender la visión del pensamiento del ciclo de vida.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender las relaciones cruzadas entre las herramientas.	2 - Comprender
Recogida y recuperación de materiales de embalaje de plástico	Los alumnos podrán comprender las diferencias entre las opciones de recogida de plástico.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender las diferencias entre las soluciones para clasificar los residuos plásticos recogidos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán analizar soluciones para comunicar a los ciudadanos los criterios de recogida de plástico.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán analizar soluciones de comunicación de los criterios de recogida de plástico a las empresas.	4 - Analizar
De los residuos a la planta de reciclaje: transformando los residuos plásticos en recursos.	Los alumnos podrán comprender las diferencias entre las soluciones de tratamient o de residuos plásticos.	2 - Comprender

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los alumnos podrán analizar esquemas de soluciones para el reciclaje de plásticos de menor valor.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán analizar esquemas de soluciones para el reciclaje de plástico.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán analizar esquemas de soluciones para el reciclaje creativo de plásticos.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán evaluar estudios de caso como el cuarto presentado.	5 - Evaluar
Plástico y recuperación de energía a alta temperatura	Los alumnos pod rán comprender las diferencias entre combustión, gasificación y pirólisis.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender las potencialidades del combustible sólido recuperado a partir de residuos plásticos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender las potencialidades de la recuperación de energía a partir de residuos plásticos.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán comprender los límites (impacto ambiental) de la recuperación de energía a partir de residuos plásticos.	1 - Retirada
	Los alumnos podrán analizar estudios de caso sobre la recuperación de energía a partir de residuos plásticos.	4 - Analizar
Módulo 4. Innovación en el mundo del plástico.		
Nuevos materiales y sustitutos	Los estudiantes podrán comprender la caracterización físico -química de los plásticos reciclados.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán comprender los nuevos materiales de la economía circular y de fuentes de base biológica.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán comprender los materiales compuestos, los materiales reciclad os y los materiales compuestos con fibras naturales procedentes de residuos vegetales.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán comprender los materiales reciclados, nuevos y de base biológica para el moldeo por inyección, extrusión, moldeo por soplado, fundición, moldeo rotacional, moldeo por compresión y fabricación aditiva.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán comprender las necesidades de herramientas para materiales reciclados y de base biológica.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán aplicar nuevos materiales y sustitutos en diferentes casos de diseño de productos.	3 - Aplicar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Soluciones de plástico ecológico: mejores prácticas de diseño de productos	Los estudiantes podrán comprender los conceptos básicos del ecodiseño y el LCSA, así como su metodología y la normativa aplicable.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán utilizar software para el estudio del ACV y su posterior aplicación en ejercicios prácticos.	5 - Evaluar
	Los estudiantes podrán aplicar la metodología de ecodiseño en ejercicios prácticos y rediseñar productos basándose en los resultados del análisis del ciclo de vida (ACV).	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán identificar el escenario de fin de vida útil más adecuado para los productos de plástico.	1 - Retirada
Soluciones ecológicas y tecnologías limpias: mejores prácticas en procesos tecnológicos	Los estudiantes se familiari zarán con diversas tecnologías limpias, como sistemas de energía renovable (solar, eólica, hidráulica), soluciones de almacenamiento de energía, tecnologías de gestión de residuos y sistemas de transporte sostenibles.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán realizar evaluaciones del ciclo de vida para evaluar los impactos ambientales de productos, procesos o sistemas desde su origen hasta su eliminación.	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán planificar, implementar y gestionar proyectos ecológicos, incl uyendo la elaboración de presupuestos, la programación y la asignación de recursos.	3 - Aplicar
	Los estudiantes se familiarizarán con diversas tecnologías limpias, incluidos los sistemas de energía renovable, los procesos energéticamente eficientes y los materiales sostenibles.	2 - Comprender
	Los estudiantes comprenderán los procesos químicos, la cinética de reacción, la termodinámica y los principios de transferencia de masa relevantes para los procesos tecnológicos limpios.	2 - Comprender
	Los estudiantes podrán realizar evaluaciones del ciclo de vida de procesos tecnológicos limpios para evaluar sus impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta la eliminación al final de su vida útil.	5 - Evaluar
Clasificación de residuos mixtos	Los alumnos comprenderán el concepto de clasificación de residuos mixtos (CRM) y sus actividades clave: Recogida y segregación; Métodos de separación innovadores; Impacto ambiental.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán analizar diferentes soluciones de clasificación de residuos mixtos (CRM) y sus actividades clave: Recogida y segregación; Métodos de separación innovadores; Impacto ambiental.	4 - Analizar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los alumnos podrán evaluar diferentes soluciones de clasificación de residuos mixtos (CRM) y sus actividades clave: Recogida y segregación; Métodos de separación innovadores; Impacto ambiental.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán proponer soluciones para la clasificación de residuos mixtos (CRM) en un contexto específico.	6 - Crear
Módulo 5. Sensibilización sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable.		
Economía circular y nueva mentalidad climáticamente neutral para los educadores de instituciones de educación superior.	Los estudiantes podrán analizar la educación para CE y CN en el marco de la educación para el desarrollo sostenible en la educación superior.	4 - Analizar
	Los alumnos podrán identificar los conocimientos, las actitudes y las habilidades necesarias para diseñar acciones que permitan alcanzar una sociedad circular y neutra en carbono.	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán identificar y utilizar fuentes de infor mación fiables para analizar los ecosistemas sociotécnicos desde las perspectivas de la CE y la CN.	3 - Aplicar
Impacto de los residuos plásticos (incluidos los microplásticos y nanoplásticos) en la vida humana	Los alumnos podrán identificar las fuentes comunes de residuos plásticos y de micro (nano)plásticos que contribuyen a la contaminación ambiental y suponen algunos riesgos para la salud humana.	1 - Retirada
	Los alumnos podrán explicar las repercusiones en la salud de los residuos plásticos y de mi cro(nano)plásticos en la vida humana, incluidos los problemas relacionados con la ingestión, la inhalación y la exposición a sustancias químicas.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán describir cómo la acumulación a largo plazo de residuos plásticos afecta a los ecosistemas y, en consecuencia, a la vida humana a través de la cadena alimentaria y la contaminación ambiental.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán implementar prácticas personales y comunitarias para reducir los residuos plásticos y evitar su libera ción al medio ambiente, como reducir el uso de plástico, abogar por mejores prácticas industriales, utilizar artículos reutilizables, participar en actividades de limpieza y separar correctamente los residuos.	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán expresar su opinión crítica y transferir los conocimientos y habilidades adquiridos a sus colegas de las instituciones de educación superior y al público en general.	3 - Aplicar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los estudiantes podrán analizar estudios de caso de comunidades afectadas por la contaminación por plásticos y micro(nano)plásticos, identificando los factores clave y las consecuencias de dicha contaminación en la salud humana y su espacio vital.	4 - Analizar
Contaminación y descontaminación por plásticos	Los alumnos podrán aplicar e l modelo de contaminación para explicar la presencia y el destino de los plásticos en el medio ambiente natural y construido (fuentes de los diferentes tipos de plásticos, su transporte en los componentes del medio ambiente y sus efectos).	3 - Aplicar
	Los estudiantes podrán utilizar el modelo de contaminación para analizar estudios de caso relacionados con la contaminación por plásticos.	4 - Analizar
	Los estudiantes podrán analizar soluciones para la descontaminación del plástico en diferentes fases (como la producción, el uso y el vertido de plástico) integrando perspectivas tecnológicas, ambientales y sociales.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán explicar el problema del plástico y las posibles soluciones desde la perspectiva de los límites planetarios.	4 - Analizar
Responsabilidad ampliada de las organizaciones. Comportamiento ético de las empresas y los organismos públicos.	Los estudiantes podrán analizar los patrones de producción y consumo “nuevos” y “tradicionales” y sus efectos en el entorno natur al y construido, incluyendo el ser humano.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán definir el concepto de EPR, sus principios clave y sus componentes.	2 - Comprender
	Los alumnos podrán analizar la trazabilidad del plástico y los vínculos con la RPE en las organizaciones.	4 - Analizar
	Los estudiantes podrán analizar las actividades en organizaciones/instituciones desde una perspectiva de ética ambiental.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán identificar las funciones de los ingenieros como consecuencia de la implementación del esquema EPR.	6 - Crear
	Los alumnos desarrollarán habilidades de comunicación, negociación y resolución de problemas en el marco de la implementació n del programa EPR.	5 - Evaluar
Responsabilidad ciudadana. Comportamiento ético en el consumo y el uso.	Los estudiantes podrán analizar los patrones de consumo, a nivel individual y sus efectos en el entorno natural y construido, incluyendo el ser humano.	2 - Comprender

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

	Los alumnos podrán aplicar el concepto de responsabilidad ciudadana, analizando los comportamientos individuales desde una perspectiva de ética ambiental.	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán analizar los factores individuales, así como las normas sociales que influyen en la transformación del comportamiento.	5 - Evaluar
	Los alumnos podrán diseñar características de comportamientos medioambientales en términos de circularidad de los plásticos y neutralidad de carbono.	6 - Crear
Repensar la educación y la sensibilización sobre las iniciativas de plástico en la Economía Circular: la solución EDU4PlastiCircular.	Los alumnos podrán identificar y promover soluciones innovadoras para la reducción de residuos plásticos, incluyendo alter nativas de embalaje ecológicas, rediseño de productos y tecnologías de conversión de residuos en recursos.	3 - Aplicar
	Los alumnos podrán aplicar herramientas para el seguimiento y la evaluación de la eficacia de las campañas de educación y concienciación, así como de las iniciativas relacionadas con el plástico, utilizando indicadores y métricas de rendimiento.	4 - Analizar
	Los estudiantes podrán diseñar itinerarios educativos transformadores para fomentar la circularidad del plástico y un estilo de vida neutro en carbono.	6 - Crear
	Los alumnos podrán diseñar la formación en materia de circularidad del plástico y neutralidad de carbono, teniendo en cuenta el marco europeo GreenComp para el desarrollo de competencias sostenibles.	6 - Crear

4.2.2 Programa/currículo del curso EDU4PlastiCircular

El marco curricular EDU4PlastiCircular es un plan organizado o un conjunto de estándares o resultados de aprendizaje que define el contenido a aprender en términos de estándares claros y definibles sobre lo que el estudiante debe saber y ser capaz de hacer. El marco curricular puede formar parte de un diseño de reforma educativa basado en resultados o en estándares en una institución de educación superior específica, en relación con un programa de estudios específico a nivel de licenciatura, maestría o doctorado.

El marco estructural del programa de formación EDU4PlastiCircular viene dado por la definición de los objetivos de aprendizaje para todos los módulos (https://microplastics.today/projec t-results/ D 2.2.5)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La tabla 4.2 proporciona información útil para el caso de cada módulo transferido e incluido en una asignatura específica de enseñanza en las IES (transferencia separada a un curso específico en la universidad) y proporciona todos los de talles del programa de formación en cuanto a horas de enseñanza y créditos (1 ECTS = 25 h de actividades asistidas y no asistidas).

Mesa4.2Programa del curso EDU4PlastiCircular (currículo)

Módulos y lecciones	Número total de horas	Número de horas de actividades asistidas (curso + seminario)	Número de horas de actividades sin asistencia*	ECTS
1. Introducción al mundo del plástico 1.1. El plástico en nuestra vida diaria: ¿Por qué? ¿Dónde? ¿Cómo? 1.2. Tipología de materiales plásticos y tecnologías de fabricación relacionadas 1.3. Normas y estándares, legislación sobre plásticos en la economía circular. 1.4. Terminología (glosario de términos)	25	7	18	1
2. Gestión de residuos plásticos 2.1. Origen de los residuos plásticos 2.2. Residuos plásticos y fugas al vertedero 2.3. Residuos plásticos y fugas al agua 2.4. Residuos de micro(nano)plástico en el aire 2.5. Iniciativa Cero Plástico	50	14	36	2
3. Plástico en la economía circular y neutralidad climática 3.1. Economía circular y pensamiento del ciclo de vida 3.2. Recogida y recuperación de materiales de embalaje de plástico 3.3. De los residuos a la planta de reciclaje: transformando los residuos plásticos en recursos. 3.4. Plástico y recuperación de energía a alta temperatura	50	14	36	2

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4. Innovación en el mundo del plástico 4.1. Nuevos materiales y sustitutos 4.2. Soluciones de plástico ecológico: mejores prácticas de diseño de productos 4.3. Soluciones ecológicas y tecnologías limpias: mejores prácticas en procesos tecnológicos 4.4. Clasificación de residuos mixtos	50	14	36	2
5. Sensibilización sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable. 5.1. Economía circular y nueva mentalidad climáticamente neutral para los educadores de instituciones de educación superior. 5.2. Impacto de los residuos plásticos (incluidos los microplásticos y nanoplásticos) en la vida humana 5.3. Contaminación y descontaminación por plásticos 5.4. Responsabilidad ampliada de las organizaciones. Comportamiento ético de las empresas y los organismos públicos. 5.5. Responsabilidad ciudadana. Comportamiento ético en el consumo y el uso. 5.6. Repensar la educación y la sensibilización sobre las iniciativas de plástico en la Economía Circular: la solución EDU4PlastiCircular.	50	14	36	2
5 módulos con 23 lecciones	**225**	**63**	**162**	**9**

*) Estudio individual; Tareas (por ejemplo, estudios de caso y mejores prácticas; redacción de ensayos; narración de historias sobre un tema específico; desarrollo de proyectos; investigaciones con soluciones propuestas; experiencias al aire libre y visitas a zonas contaminadas; reuniones con las partes interesadas, etc.); Pruebas en línea (Cuestionario)

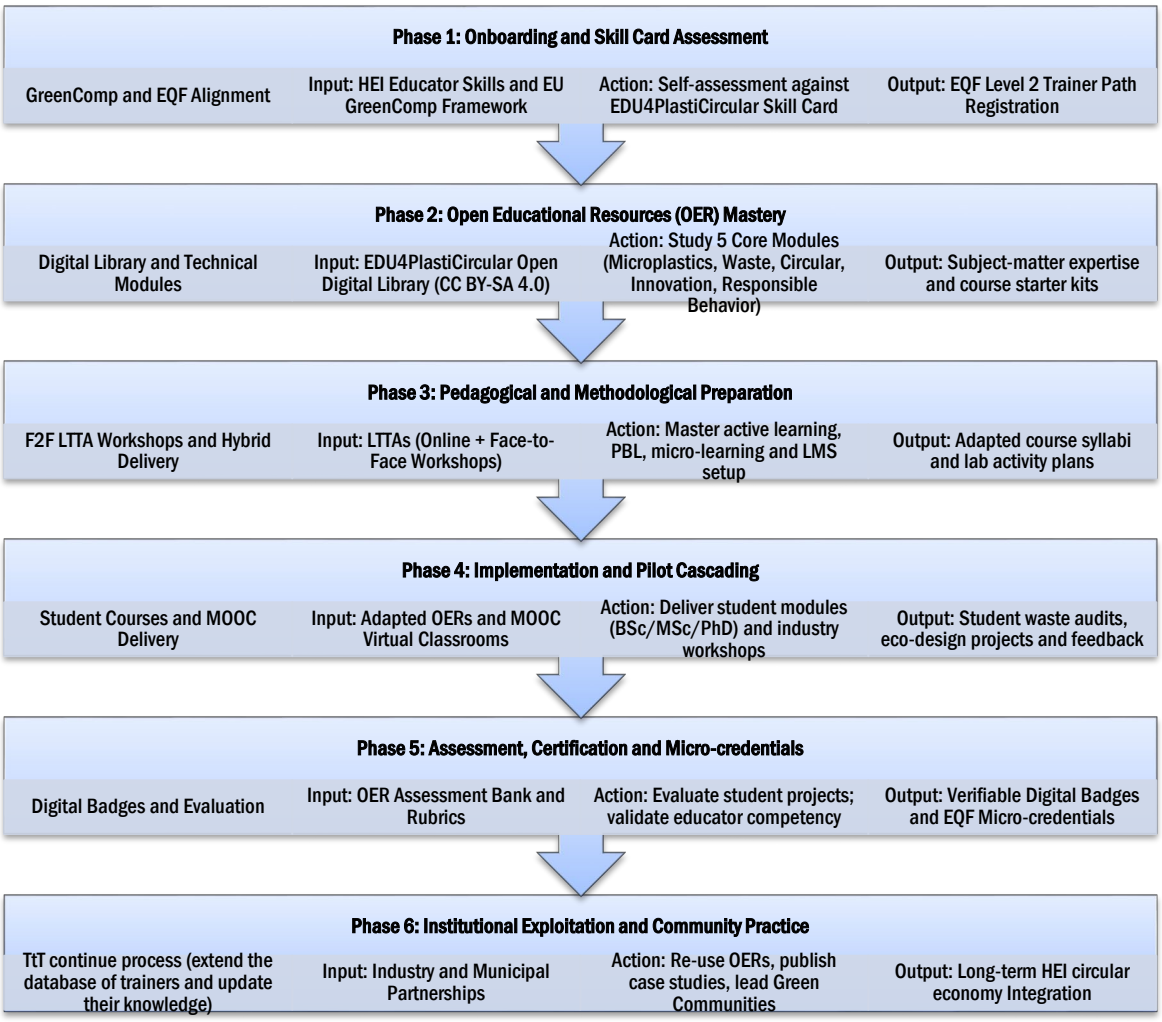
Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4.3 Modelos de procesos de referencia para educadores y estudiantes, gerentes y otros empleados de instituciones de educación superior

4.3.1 Modelo de proceso de referencia para educadores de instituciones de educación superior

La iniciativa EDU4PlastiCircular (Educación para el Plástico en una Economía Circular y Climáticamente Neutra) proporciona a las instituciones de educación superio r (IES) un marco estructurado para integrar competencias ecológicas, mitigación de microplásticos y conceptos de economía circular en los planes de estudio de educación superior. Este modelo de proceso de referencia para educadores de IES detalla el proces o de formación de formadores (TtT), describiendo cómo el profesorado universitario y los educadores pueden aprovechar los recursos educativos abiertos (REA), la biblioteca digital y el ecosistema de aprendizaje electrónico del proyecto (Figura 4.4 y Tabla 4.3).



Higo.4.4Modelos de procesos de referencia para educadores de instituciones de educación superior (Marco general del proceso)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Como se puede observar, una solución de aprendizaje combinado se apoya en la s sesiones presenciales de LTTA (actividades de aprendizaje, enseñanza y capacitación) que se combinan con la capacitación en línea (talleres y experiencias compartidas, Action Labs, etc.) con otros instructores, acompañada de MOOCs y otras actividades de capacitación con los estudiantes. Los flujos de datos e interacciones clave que deben considerarse para el modelo de referencia en la Fig. 4.4 son:

- **Entradas primarias** -Marco de competencia verde de la UE, CC BY-SA 4.0 Recursos educativos abiertos, plataforma MOOC.
- **Facilitadores clave** -Actividades híbridas de aprendizaje, enseñanza y formación (LTTA), sistema de gestión del aprendizaje universitario (LMS) o/y la plataforma de aprendizaje electrónico EDU4PlastiCircualr (https://elearningproject.eu/courses/edu4plasticircular-educating-for-sustainable-plastic-use-and-circular-economy/).
- **Princip ales resultados / Impacto** -Formadores acreditados por instituciones de educación superior, estudiantes certificados, microcredenciales, colaboraciones con la industria regional.

Según el modelo de referencia presentado en la Fig. 4.4, se proporcionan los siguientes detalles para comprender cómo se llevó a cabo el proceso TtT (recomendación) en una institución de educación superior:

1. Incorporación y elaboración de perfiles de competencias Está alineado con los marcos GreenComp y EQF. Los educadores comienzan evaluando su competencia básica en sostenibilidad y sistemas circulares de plásticos según la tarjeta de competencias EDU4PlastiCircular y el marco GreenComp de la UE.

- **Alineación de com petencias** -Relacionar el conocimiento institucional con las 12 competencias de GreenComp (Encarnar los valores de sostenibilidad, aceptar la complejidad, visualizar futuros sostenibles y actuar en favor de la sostenibilidad).
- **Diagnóstico de tarjetas de hab ilidades** -Determinar los puntos de entrada en función del nivel EQF objetivo para el personal docente de las instituciones de educación superior (trayectoria de formador de nivel 2).

Orientación para la formación -Regístrate en la plataforma MOOC EDU4PlastiCircular y familiarízate con los objetivos del proyecto.

2. Dominio del contenido técnico a través de los REA creados. Los estudiantes participan en los cinco módulos temáticos principales. Los educadores exploran la

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Biblioteca Digital y los repositorios a biertos (con licencia CC BY -SA 4.0) que contienen recursos multimedia, manuales electrónicos, kits de inicio y diapositivas para presentaciones.

- **Módulo 1: Introducción al mundo del plástico y los microplásticos** (Propiedades, huella ambiental e impacto diario).
- **Módulo 2: Gestión de residuos plásticos** (Recogida, clasificación y gestión al final de su vida útil).
- **Módulo 3: El plástico en la economía circular y climáticamente neutra.** (Cierre de ciclos, modelos de negocio circulares y pensamiento del ciclo de vida).
- **Módulo 4: Innovación en el mundo del plástico** (Polímeros de base biológica, reciclaje químico, ecodiseño).
- **Módulo 5: Concienciación y comportamiento responsable** (Impulsando el cambio de comportamiento, la ciencia ciudadana y la concienciación política).

3. Formación pedagógica y aprendizaje experiencial mediante la participación en actividades de aprendizaje, enseñanza y capacitación (AAC). Los formadores participan en actividades específicas de formación de formadores (FtT), que combinan el aprendizaje en línea con talleres presenciales de AAC, para dominar estrategias de enseñanza modernas para competencias ecológicas. Esto cuenta con el apoyo de:

- **Métodos pedagógicos** -Practica el aprendizaje activo, el análisis de casos prácticos, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y los enfoques de microaprendizaje.
- **Integración digital** -Aprende a integrar recursos digitales, vídeos interactivos y aulas virtuales en la plataforma LMS de tu universidad (Moodle, Canvas, etc.).
- **Codiseño y adaptación** -Adapte los paquetes de inicio y las plantillas de hojas de trabajo a disciplinas específicas de ingeniería, medio ambiente o negocios.

4. Implementación en cascada y en proyectos piloto estudiantiles mediante la aplicación de los REA a los planes de estudio de las instituciones de educación superior.

Formadores certificados imparten las unidades de EDU4PlastiCircular a estudiantes universitarios (licenciatura, máster y doctorado) y a personas que realizan formación continua o que trabajan en la industria.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Integración curricular:** Incorpore microcredenciales independientes o integre módulos en los programas de cursos existentes.
- **Facilitación de MOOC:** Guiar a los grupos piloto basados en cohortes a través de módulos en línea y tareas prácticas.
- **Participación interactiva:** Facilitar auditorías de residuos plásticos en el mundo real, desafíos de ecodiseño y talleres sobre soluciones circulares utilizando hojas de trabajo de recursos educativos abiertos (REA).

5. Evaluación y microcredenciales mediante la emisión de insignias digitales y la validación de los resultados del aprendizaje. Los formadores implementan métodos de evaluación estandarizados para certificar los resultados del aprendizaje de los estudiantes y validar su propia condición de formadores acreditados de EDU4PlastiCircular. En este ámbito se ofrecen las siguientes recomendaciones:

- **Evaluación formativa y sumativa** mediante la utilización de cuestionarios, rúbricas de proyectos y ejercicios de revisión por pares proporcionados en el banco de evaluaciones de recursos educativos abiertos (REA).
- **Insignias digitales** Emitir insignias digitales y certificados verificables de EDU4PlastiCircular al finalizar el módulo.
- **Bucles de retroalimentación** mediante la recopilación de métricas de evaluación piloto para perfeccionar la impartición de la enseñanza y retroalimentar el ciclo de calidad del consorcio.

6. Sostenibilidad y comunidad de práctica Proporcionar y respaldar el impacto institucional y la explotación a largo plazo. Los educadores se convierten en embajadores verdes a largo plazo, asegurando la longevidad y la escalabilidad de la educación en economía circular en las instituciones de educación superior. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Intercambio de conocimientos** -Reutiliza, adapta y comparte los materiales REA actualizados bajo la licencia CC BY-SA 4.0.
- **Colaboración universidad -industria (participación de las partes interesadas locales/regionales en la educación)** -Aproveche el paquete inicial para proyectos de colaboración con socios de la industria local, autoridades de gestión de residuos y partes interesadas municipales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Expansión de la red** -Participa en la red regional y europea más amplia de educadores de EDU4PlastiCircular.

Mesa4.3Resumen de los recursos educativos abiertos básicos para formadores

Categoría OER	Tipo de recurso	Caso de uso principal en TtT
Biblioteca digital	Repositorio abierto, estudios de caso, presentaciones.	Preparación de las clases teóricas y aprendizaje autodirigido de los formadores.
Manuales electrónicos y kits de inicio	Guías pedagógicas y programas de estudio	Integración curricular, estructuración de cursos y alineación con los resultado s del aprendizaje.
Plantillas de hojas de trabajo	Tareas interactivas para estudiantes	Sesiones prácticas de laboratorio, talleres y resolución de problemas en grupo.
Plataforma de aprendizaje electrónico y MOOC	Aulas virtuales y herramientas de evaluación	Impartición de clases en línea, cuestionarios automatizados y emisión de insignias digitales.

4.3.2 Modelos de procesos de referencia para estudiantes

La iniciativa EDU4PlastiCircular (Educación para el Plástico en una Economía Circular y Climáticamente Neutra) ofrece a los estudiantes de instituciones de educación superior (IES), específicamente de ingeniería y administración de empresas, una ruta de aprendizaje estructurada. Este modelo describe cómo los estudiantes adquieren habilidades ecológicas, dominan la mitigación de microplásticos y obtienen microcredenciales verificables mediante los Recursos Educativos Abiertos (REA) y el ecosistema de aprendi zaje digital del proyecto (como se describe en la Figura 4.5 y la Tabla 4.4).

En relación con el flujo de trabajo de la figura 4.5, los flujos de datos e interacciones claves se presentan a continuación:

- **Herramientas de aprendizaje primarias** -Curso online masivo y abierto (MOOC) EDU4PlastiCircular, Biblioteca Digital Abierta, Fichas de trabajo de la disciplina (una asignatura específica en la que se integrarán parcialmente los planes de estudio de EDU4PlastiCircular).

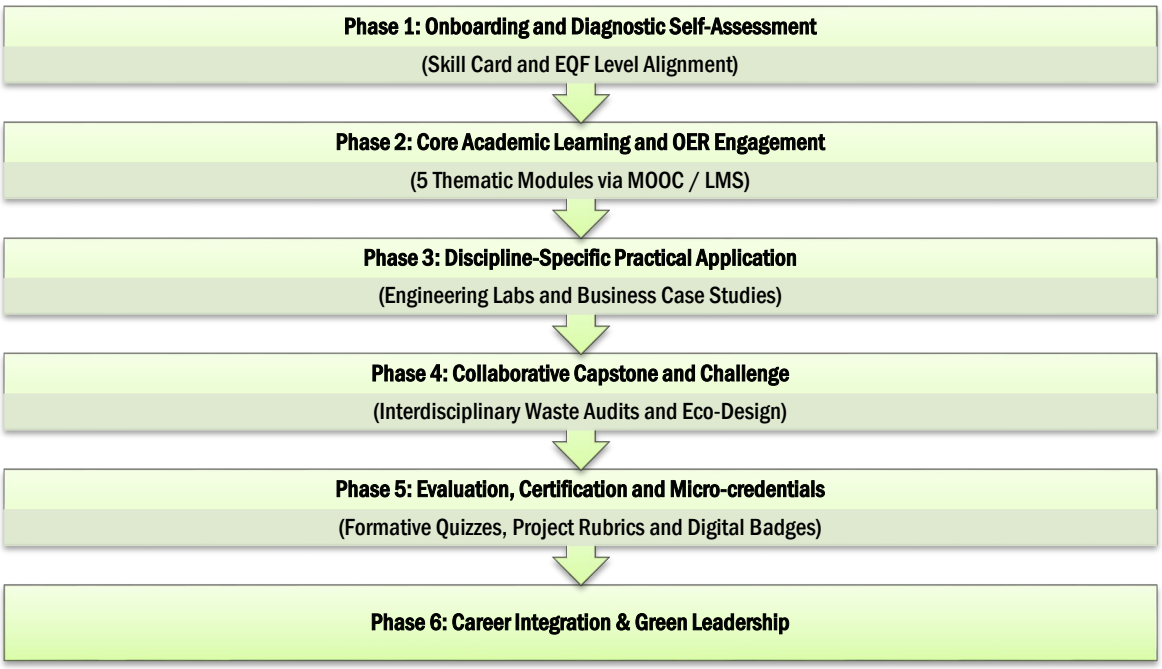
- **Rutas especializadas** -Análisis del ciclo de vida técnico y selección de materiales (ingeniería) frente a modelos de negocio y regulación (gestión empresarial).

- **Convergencia interdisciplinaria** -La fase 4 combina la viabilidad técnica con la viabilidad financiera.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Resultados tangibles** -Microcredenciales verificadas, proyectos de portafolio electrónico, credenciales de embajador verde.



Higo.4.5Caso A - Modelos de procesos de referencia para estudiantes (Marco general del proceso estudiantil)

1. Incor poración y autoevaluación diagnóstica mediante el establecimiento de habilidades básicas y objetivos de aprendizaje. De este modo, los estudiantes comienzan registrándose en la plataforma MOOC/LMS EDU4PlastiCircular para evaluar su nivel actual de conocimie ntos sobre los principios de la economía circular y la gestión de plásticos.

- **Diagnóstico inicial:** Complete una autoevaluación inicial basada en la tarjeta de competencias EDU4PlastiCircular y el marco EU GreenComp.
- **Selección de la vía metabólica objetivo:** Elige itinerarios de aprendizaje especializados adaptados a la ingeniería (centrados en materiales, reciclaje químico y evaluación del ciclo de vida) o a la gestión empresarial (centrados en modelos de negocio circulares, cadenas de suministro y política med ioambiental).
- **Familiarización con la plataforma:** Acceda a la biblioteca digital del proyecto y al repositorio de materiales de estudio de acceso abierto (con licencia CC BY -SA 4.0).

2. Aprendizaje académico fundamental a través de REA (Recursos Educativos Abiertos) mediante el dominio de los cinco módulos temáticos principales. En este contexto, los alumnos trabajan con los manuales electrónicos, las presentaciones

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

interactivas y las microlecciones en vídeo disponibles en el repositorio de Recursos Educativos Abiertos (REA), que se materializó en la Biblioteca Digital EDU4PlastiCircular. Los REA desarrollados definen los cinco módulos del programa de formación:

- **Módulo 1: Introducción a los plásticos y microplásticos** — Propiedades, vías de exposición ambiental, mecanismos de degradación y toxicidad de los microplásticos.
- **Módulo 2: Sistemas de gestión de residuos plásticos** — Mecanismos de recogida, clasificación óptica, infraestructura de reciclaje mecánico y químico.
- **Mó dulo 3: Economía circular y climáticamente neutra del plástico** — Cierre de ciclos de materiales, reducción de la huella de carbono y estrategias de descarbonización.
- **Módulo 4: Innovaciones técnicas y sistémicas** — Polímeros de base biológica, parámetros de ecodiseño y responsabilidad ampliada del productor (RAP).
- **Módulo 5: Sensibilización, comportamiento responsable y marcos normativos** — Directivas del Pacto Verde Europeo, cambios en el comportamiento del consumidor y factores legislativos que lo impulsan.

3. Itinerario aplicado específico de la disciplina Al conectar la teoría con la práctica especializada, los estudiantes utilizan kits de inicio de recursos educativos abiertos (REA) y hojas de trabajo interactivas para aplicar los conceptos directamente a su campo de estudio.

- **Estudiantes de ingeniería** Podrían considerarse los siguientes temas: realizar análisis del ciclo de vida (ACV) de polímeros plásticos; analizar las propiedades mecánicas frente a la reciclabilidad durante la selección de materiales; evaluar las técnicas de reciclaje químico y las métricas de biodegradabilidad.
- **estudiantes de administración de empresas** Podría orientarse a analizar modelos de negocio circulares (producto como servicio, sistemas de depósito y devolución); realizar análisis de coste-beneficio y de viabilidad de la cadena de suministro para la integración del plástico reciclado; evaluar las normativas de cumplimiento de la UE, las normas de información ESG y los costes de la responsabilidad ampliada del productor.

4. Proyecto final y desafío colaborativo Considerando el desafío del ecodiseño interdisciplinario, estudiantes de ingeniería y administración de empresas forman equipos interdisciplinarios para resolver problemas reales relacionados con los residuos plásticos industriales o municipales, utilizando las plantillas de desafíos del proyecto.

- **auditoría de residuos plásticos** Se centra en la medición y categorización de los flujos de residuos plásticos dentro del campus o la comunidad local.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Ecodiseño y caso de negocio** que combinan la viabilidad técnica (ingeniería) con la viabilidad financiera y la estrategia de entrada al mercado (negocios).

- **Revisión por pares y presentación** que se centran en la presentación de las propuestas de solución final utilizando plantillas de presentación de REA para la evaluación por pares e instructores.

5. Evaluación y microcredenciales mediante la validación y la obtención de credenciales reconocidas por la UE. En esta etapa, las evaluaciones formativas y sumativas completas de los estudiantes demostrarán el dominio de los resultados de aprendizaje requeridos por el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF). Se deben considerar las siguientes acciones:

- **Puntos de control del módulo** -Completa cuestionarios interactivos en línea y comprobaciones de conocimientos integrados en cada módulo del MOOC.

- **Evaluación del proyecto final** -Califica los proyectos de equipo utilizando las rúbricas de evaluación estandarizadas de EDU4PlastiCircular.

- **Emisión de credenciales** -Reciba insignias digitales verificables de EDU4PlastiCircular y microcredenciales que podrá añadir a sus perfiles de LinkedIn y a sus currículos Europass.

6. Integración profesional y liderazgo verde Aplicando sus habilidades en la industria. De esta manera, los estudiantes aprovechan sus competencias verdes certificadas para acceder a puestos profesionales o continuar con sus investigaciones.

- **Creación de portafolio** -Incluya informes de ACV completos, planes de negocio circulares y distintivos digitales en sus portafolios académicos/profesionales.

- **Transición entre la industria y la investigación** -Conéctese con redes regionales de economía circular, empresas de consultoría en sostenibilidad y socios de fabricación industrial.

- **Ciencia ciudadana** -Actuar como embajadores ecológicos dentro de las comunidades académicas, promoviendo el consumo responsable de plástico y hábitos de gestión de residuos.

Mesa4.4Enfoque de aprendizaje específico de la disciplina

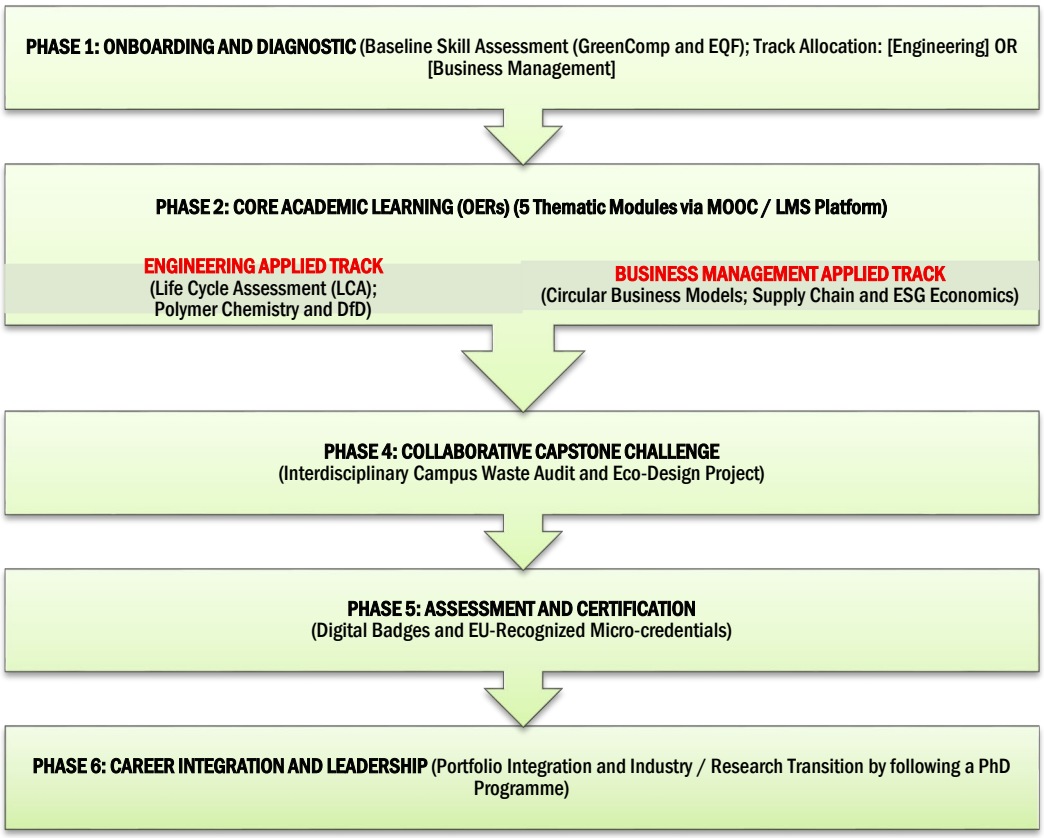
Componente OER	Enfoque en ingeniería	Enfoque en la gestión empresarial
Análisis de materiales y procesos	Química de polímeros, ensayos de degradación y tecnologías de reciclaje.	Métricas de abastecimiento de la cadena de suministro, riesgo de proveedores y disponibilida d de materiales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Herramientas de ecodiseño	Diseño para el Desmontaje (DfD), diseño monomaterial y modelado de análisis del ciclo de vida (ACV).	Diseño de propuestas de valor circulares y estructuración de Producto como Servicio (PaaS).
Evaluación regulat oria y económica	Cumplimiento técnico con REACH y las normas de diseño ecológico de la UE.	Criterios ESG, tasas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y análisis de mercado.
Fichas de trabajo prácticas	Fichas de auditoría de plásticos y de ensayos químicos/mecánicos realizadas en laboratorio.	Lienzo de modelo de negocio y plantillas de previsión financiera circular.

Desde una perspectiva práctica, el modelo de referencia representado en la Fig. 4.5 podría implementarse considerando la integración del conocimiento en la carrera profesional del estudiante o para un pase de investigación (por ejemplo, un programa de doctorado), como se muestra en la Fig. 4.6.



Higo.4.6Caso B – Modelo de proceso de referencia para estudiantes con integración profesional del conocimiento

A continuación, se presentarán algunos estudios de caso sobre el modelo de referencia de los estudiantes, considerando su campo de estudio.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La figura 4.7 muestra el esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular, centrado en un estudiante de ingeniería mecánica llamado Alex, especializado en análisis del ciclo de vida de los materiales, alternativas de biopolímeros y principios de ecodiseño. Los aspectos clave de la ejecución de este caso son:

- **Especialización técnica** -Se centra en la degradabilidad de los polímeros, la modelización de la huella de carbono y la ingeniería de diseño para el desmontaje (DfD).
- **Síntesis interdisciplinari a** -Combina los entregables técnicos de CAD/ACV de Alex con el estudio de viabilidad financiera y el modelo de costes de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) de un estudiante de administración de empresas.
- **Resultados de habilidades verificables** -El resultado es una insignia oficial Open Badge v2.0 que certifica las competencias de ecodiseño alineadas con el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF) para los mercados laborales de transición ecológica.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

MECHANICAL ENGINEERING STUDENT PATHWAY - Student Profile: Alex (BSc Mechanical Eng)	
PHASE 1: DIAGNOSTIC AND PATHWAY SELECTION	Input: GreenComp self-assessment quiz
	Diagnostic Score: High technical base (85%), Moderate circular economics (50%)
	Pathway Selection: "Engineering and Technology Track
PHASE 2: OER MOOC MODULE MASTERY	M1: Microplastic Toxicity & Degradation Pathways (Score: 92%)
	M2: Mechanical vs. Chemical Recycling Sorting Systems (Score: 88%)
	M3: Decarbonization & Closed-Loop Polymer Processing (Score: 85%)
	M4: Bio-based Polymers & Additive Manufacturing (Score: 95%)
	M5: EU Eco-design Directives & REACH Regulations (Score: 80%)
PHASE 3: ENGINEERING APPLIED LAB TRACK	Lab Project 1: Polymer Recyclability and Degradation Testing - Analyzed tensile strength loss in PET across 5 recycling cycles.
	Lab Project 2: Campus Plastic Stream Life Cycle Assessment (LCA) - Modeled CO_2 emissions of single-use polypropylene lab items using OpenLCA tools.
PHASE 4: INTERDISCIPLINARY CAPSTONE CHALLENGE	Team Composition: Alex (Engineering) + Elena (Business Management)
	Project: Modular Mono-Material Refillable Detergent Container
	Alex's Focus: High-Density Polyethylene (HDPE) Design for Disassembly (DfD) without adhesives or multi-material springs
	Deliverable: CAD models, structural analysis and LCA footprint.
PHASE 5: EVALUATION AND MICRO-CREDENTIAL ISSUANCE	Module Quiz Average: 88%)
	Lab Worksheets: Completed and Approved
	Capstone Grade: 92% (Evaluated via OER Rubric)
	Output Issued: Open Badge "EDU4PlastiCircular" certified
PHASE 6: CAREER TRANSITION	Credential Embedded: Digital Badge attached to Europass CV and LinkedIn
	Outcome: Recruited as Sustainable Packaging Design Engineer at an industrial manufacturing firm; serves as Campus Green Ambassador.

Higo.4.7Esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular, centrado en un estudiante de ingeniería mecánica llamado Alex.

El segundo caso (Fig. 4.8) del esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular se centra en una estudiante de ingeniería ambiental llamada Maya, especializada en detección de microplásticos, filtración de aguas residuales y evaluaciones de impacto ambiental. Los aspectos clave de la ejecución para Maya se presentan a continuación:

- **Enfoque medioa mbiental** -Se hace hincapié en la ecotoxicología, la caracterización de microplásticos en ecosistemas acuáticos, la biofiltración por membranas y la modelización del destino ambiental.
- **Colaboración interdisciplinaria** -Combina los hallazgos de Maya sobre la calidad del agua y la ecotoxicidad con el plan de negocios de Elena para la adopción municipal y la obtención de subvenciones.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Credenciales e impacto** -Emite una insignia abierta verificada v2.0 que valida la experiencia en el cumplimiento de las políticas ambientales y la remediación de microplásticos.

ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDENT PATHWAY - Student Profile: Maya (MSc Environmental Eng)	
PHASE 1: DIAGNOSTIC AND PATHWAY SELECTION	Input: GreenComp self-assessment quiz
	Diagnostic Score: High environmental impact base (90%), Moderate circular business knowledge (55%)
	Pathway Selection: "Engineering and Technology Track"
PHASE 2: OER MOOC MODULE MASTERY	M1: Microplastic Toxicity & Degradation Pathways (Score: 96%)
	M2: Mechanical vs. Chemical Recycling Sorting Systems (Score: 90%)
	M3: Decarbonization & Closed-Loop Polymer Processing (Score: 88%)
	M4: Bio-based Polymers & Additive Manufacturing (Score: 88%)
	M5: EU Eco-design Directives & REACH Regulations (Score: 85%)
PHASE 3: ENGINEERING APPLIED LAB TRACK	Lab Project 1: Microplastic Sampling and Characterization - Quantified fiber vs. fragment microplastics in local effluent samples using FTIR spectroscopy.
	Lab Project 2: Environmental Life Cycle Assessment (LCA) - Evaluated the eco-toxicity and bio-accumulation index of plastic polymers in municipal sludge using OpenLCA tools.
PHASE 4: INTERDISCIPLINARY CAPSTONE CHALLENGE	Team Composition: Maya (Environmental Eng) + Elena (Business)
	Project: Bio-Filtration Unit for Municipal Wastewater Microplastics
	Maya's Focus: Membrane filtration efficiency, bio-degradability testing and environmental fate modeling.
	Deliverable: Filtration prototype design, eco-toxicity report and water quality impact analysis.
PHASE 5: EVALUATION AND MICRO-CREDENTIAL ISSUANCE	Module Quiz Average: 89%)
	Lab Worksheets: Completed and Approved
	Capstone Grade: 94% (Evaluated via OER Rubric)
	Output Issued: Open Badge "EDU4PlastiCircular" certified
PHASE 6: CAREER TRANSITION	Credential Embedded: Digital Badge attached to Europass CV and LinkedIn
	Outcome: Recruited as Water and Microplastic Mitigation Specialist at an environmental consultancy; acts as Campus Green Ambassador.

Higo.4.8El esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular se centra en una estudiante de ingeniería ambiental llamada Maya.

El último caso práctico se relaciona con el esquema del modelo de referencia para estudiantes de EDU4PlastiCircular, centrándose en una estudiante de administración de empresas llamada Elena (Fig. 4.9), especializada en modelos de negocio circulares, estru cturas de costos de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y cumplimiento normativo ESG. Los aspectos clave de la ejecución para Elena son:

- **Enfoque empresarial y económico** -Hace hincapié en la logística inversa, la optimización de costes de la Respo nsabilidad Extendida del Productor (REP), los marcos de negocio de Producto como Servicio (PaaS) y el cumplimiento de los criterios ESG corporativos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Colaboración interdisciplinaria** -Combina la viabilidad de mercado, las proyecciones financieras y la estrategia regulatoria de Elena con el diseño técnico de ingeniería CAD/LCA de Alex.

Credenciales e impacto en la carrera profesional -Obtendrá una insignia abierta verificada v2.0 que certifica habilidades listas para el mercado en estrategias comerciales de economía circular e informes ESG.

BUSINESS MANAGEMENT STUDENT PATHWAY - Student Profile: Elena (MSc Business Management)	
PHASE 1: DIAGNOSTIC & PATHWAY SELECTION	Input: GreenComp self-assessment quiz
	Diagnostic Score: High economic base (92%); Moderate technical polymer knowledge (50%)
	Pathway Selection: "Business Management and Economics Track"
PHASE 2: OER MOOC MODULE MASTERY	M1: Plastic Footprints and Economic Externalities (Score: 88%)
	M2: Reverse Logistics and Waste Stream Supply Chains (Score: 92%)
	M3: Circular Business Models and Product-as-a-Service (Score: 95%)
	M4: Bio-Economy Market Trends and Innovation Financing (Score: 86%)
	M5: EU Policy, EPR Compliance and ESG Reporting (Score: 94%)
PHASE 3: ENGINEERING APPLIED LAB TRACK	Case Project 1: Circular Business Model Canvas and PaaS Strategy - Designed a deposit-return subscription model for reusable packaging, projecting a 3-year ROI and customer retention.
	Case Project 2: EPR and ESG Cost-Benefit Analysis - Modeled Extended Producer Responsibility (EPR) fee reductions achieved by transitioning from multi-layer to mono-material packaging.
PHASE 4: INTERDISCIPLINARY CAPSTONE CHALLENGE	Team Composition: Elena (Business) + Alex (Engineering)
	Project: Modular Mono-Material Refillable Detergent Container
	Elena's Focus: Market viability, supply chain logistics, EPR fee reduction analysis and Product-as-a-Service financial modeling.
	Deliverable: Circular business plan, pitch deck and ESG report.
PHASE 5: EVALUATION AND MICRO-CREDENTIAL ISSUANCE	Module Quiz Average: 91%
	Business Case Worksheets: Verified and Approved
	Capstone Grade: 93% (Evaluated via OER Assessment Rubric)
	Output Issued: Open Badge "EDU4PlastiCircular" certified
PHASE 6: CAREER TRANSITION	Credential Embedded: Digital Badge attached to Europass CV and LinkedIn
	Outcome: Recruited as Sustainability and ESG Analyst at a FMCG firm; acts as Campus Green Ambassador.

Higo.4.9El esquema del modelo de referencia estudiantil de EDU4PlastiCircular se centra en una estudiante de administración de empresas llamada Elena.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4.3.3 Modelo de proceso de referencia para gerentes

El modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para gestores (Fig. 4.10) proporciona un marco operativo estructurado para que los líderes organizacionales (de la industria, instituciones de educaci ón superior, organismos municipales y personal de instituciones públicas) planifiquen, ejecuten y evalúen la capacitación del personal en materia de plásticos circulares, mitigación de microplásticos y cumplimiento de criterios ESG. Esta solución está vinculada principalmente a la sostenibilidad del proyecto y forma parte del plan de negocios acordado en el consorcio EDU4PlastiCircular.

Las directrices clave de gobernanza para los gerentes involucrados e interesados en el esquema de capacitación y certifi cación EDU4PlastiCircular son:

- **Alineación interfuncional** -Durante la Fase 4, asigne a empleados técnicos a gerentes comerciales para equilibrar la viabilidad técnica con la viabilidad financiera.
- **Seguimiento métrico** -Aproveche el marco de microcredenciales para informar sobre las competencias ecológicas cuantificables a las partes interesadas y a los organismos de calificación ESG.
- **Optimización de recursos** -Utilice recursos educativos de acceso abierto (REA) para minimizar los gastos de formación interna de la empresa, al tiempo que cumple con las directrices GreenComp de la UE.

La aplicación del modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para gestores en marcos de colaboración requiere establecer condiciones institucionales, estructurales y operativas claras para alinear la generación de conocimiento académico con su implementación industrial o la gobernanza municipal. La tabla 4.5 ofrece una síntesis de las condiciones operativas clave para aprovechar el modelo de proceso de referencia para gestores.

Mesa4.5Condiciones operativas clave en el caso de asociaciones públicoprivadas/públicas

Dimensión	Colaboración entre la universidad y la industria	Colaboración entre la universidad y los organismos públicos

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Gobernanza institucional	• Memorando de Entendimiento (MdE) que define los derechos de propiedad intelectual y el codiseño de los proyectos finales. • Patrocinio ejecutivo de los responsables de sostenibilidad corporativa y de los jefes de departamento de las instituciones de educación superior.	• Protocolo bilateral formal o acuerdo administrativo en consonancia con los mandatos regionales en materia de residuos. • Comité Directivo designado, integrado por investigadores universitarios y líderes municipales.
Evaluación de necesidades y alineación	• Mapeo de las brechas de habilidades de los empleados con los objetivos ESG corporativos y optimización de las tarifas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). • Enfoque técnico en el ecodiseño de productos (DfD), el análisis del ciclo de vida (ACV) y la descarbonización de la cadena de suministro.	• Elaboración de mapas que identifiquen los flujos regionales de residuos plásticos y los objetivos municipales de reducción de residuos en vertederos. • La política se centra en las Directivas de la UE sobre plásticos de un solo uso, la contratación pública ecológica y la participación ciudadana.
Entrega estructural	• Matrícula en modalidad dual: El personal de la industria realiza módulos MOOC de recursos educativos abiertos aplicados junto con estudiantes de instituciones de educación superior. • Proyectos de fin de carrera patrocinados por la industria que abordan los residuos reales de fábricas y embalajes.	• Programa de formación conjunta para inspectores medioambientales municipales, personal de gestión de residuos y becarios de instituciones de educación superior. • Los proyectos finales del programa Living-Lab se centraron en el filtrado de microplásticos urbanos y las campañas de reciclaje municipal.
Evaluación y reconocimiento	• Verificación de casos prácticos de negocio mediante rúbricas estandarizadas de REA de EDU4PlastiCircular. • Emisión conjunta de insignias abiertas v2.0, conforme a los estándares de la UE, para la retención de talento en recursos humanos y la elaboración de informes de cumplimiento ESG.	• Reconocimiento formal de las microcredenciales dentro de los marcos de desarrollo profesional continuo (DPC) del sector público. • Documentos técnicos sobre políticas e informes de auditoría de residuos validados como entregables oficiales municipales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

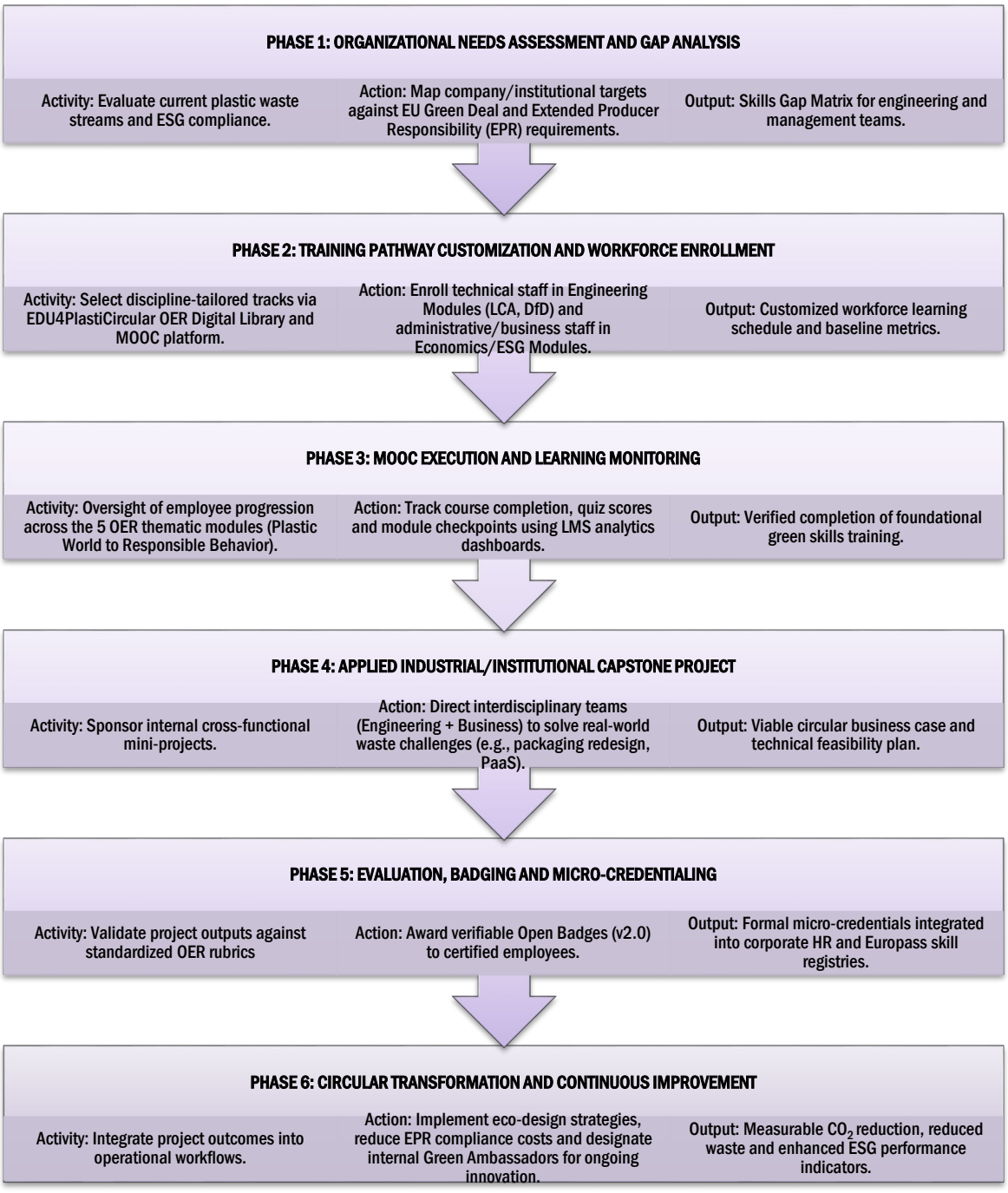
Sostenibilidad y financiación	• Modelos de financiación de costes compartidos (subvenciones para investigación patrocinadas por la industria, presupuestos corporativos para la mejora de competencias). • Integración de prototipos circulares conjuntos en los procesos de I+D.	• Cofinanciación a través de fondos nacionales/regionales de desarrollo de la UE (por ejemplo, Horizonte Europa, Erasmus+ KA2, programas operativos regionales). • Transición de los resultados del proyecto a las directrices regionales permanentes de seguimiento de residuos.

Además, los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular han identificado los siguientes factores clave para el éxito:

- **Emparejamiento interdisciplinario:** Garantizar que los equipos de proyectos finales equilibren la experiencia técnica (ACV, química, filtración) con la estrategia de gestión (modelización de costes, política regulatoria, administración pública).
- **Recursos Educativos Abiertos (REA):** Utilizar contenidos MOOC de acceso abierto y bibliotecas digitales para minimizar los costes de incorporación de socios, manteniendo al mismo tiempo la alineación con el marco GreenComp de la UE.
- **Protocolos para compartir datos:** Establecer marcos transparentes para compartir datos reales sobre residuos industriales o métricas de muestreo de aguas residuales municipales sin infringir acuerdos de confidencialidad ni restricciones de privacidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.4.10Modelos de procesos de referencia para gerentes (Marco general de procesos)

El modelo de proceso de referencia para directivos se centra en sectores industriales clave (por ejemplo, productores de envases, recicladores de polímeros, fabricantes de bienes d e consumo de alta rotación y proveedores de componentes para la industria automotriz) donde la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) de la UE, la presentación de informes ESG y los mandatos de ecodiseño impulsan la mejora de las cualificaciones de la plantilla. A continuación, se presentan posibles empresas que

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

podrían estar interesadas en aplicar el esquema de formación y certificación EDU4PlastiCircular para directivos de diferentes niveles (y también para empleados):

En Rumania:

- **Grupo VRANCART (R eciclaje Vrancart y ECOREP)** que es un fabricante rumano líder de envases y operador de esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que está expandiendo activamente el reciclaje de plásticos industriales y la gestión de residuos para la obtención de recursos.
- **Greentech / Grupo Verde (Buzău),** Una de las mayores empresas de reciclaje de PET de Europa Central y Oriental, que requiere la integración de un marco de gestión para el reciclaje de plásticos en circuito cerrado, la trazabilidad y el cumplimiento normativo.
- **Grupo TeraPlast** que es un importante procesador de polímeros y fabricante de materiales de construcción que invierte fuertemente en PVC reciclado y formulaciones de compuestos ecológicos.
- **Evopack y Monostratos** una empresa de procesamiento de envases centrada en la transición de sus carteras de productos hacia materiales ecológicos, circulares y biodegradables.

En Italia:

- **Montello SpA** que es un actor europeo importante en la clasificación, recuperación y reciclaje de envases de plástico posconsumo (procesando más de 200.000 toneladas anuales).
- **Versalis (Eni)** Es el principal productor químico de Italia, con una fuerte inversión en tecnologías de reciclaje mecánico y químico, polímeros de base biológica y cadenas de suministro de economía circular.
- **Corepla** -El Consorcio Nacional Italiano para la Recogida, Reciclaje y Recuperación de Envases de Plástico, que colabora directamente con los gestores industriales para optimizar los flujos de recogida y los marcos de Responsabilidad Extendida del Productor (REP).
- **Nevicolor SpA / Sfregola Materie Plastiche** Empresas de compuestos y recuperación de materiales plásticos especializadas en la regeneración de residuos plásticos industriales y la sustitución de materiales mediante el ecodiseño.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

En Eslovenia:

- **Surov ina doo & Reciklarna / RECIKEL** que lidera a los operadores eslovenos de gestión de residuos y del sistema de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), gestionando la clasificación a gran escala, la recuperación de envases y el procesamiento de los flujos de plástico municipales.
- **Gorenje / Hisense Europa (Velenje)** Un importante fabricante de electrodomésticos y electrónica de consumo busca integrar el ecodiseño, el diseño para el desmontaje (DfD) y los polímeros reciclados en todas sus líneas de producción.
- **Plastika Skaza** una empresa pionera en el procesamiento de polímeros, especializada en plásticos sostenibles, de origen biológico y reciclados para los sectores de electrodomésticos y automoción.
- **Iskraemeco** Una empresa de tecnología y medición inteligente que aplica los principios de la economía circular a los materiales electrónicos para viviendas, el análisis del ciclo de vida y el cumplimiento del ecodiseño.

En España:

- **Red AIMPLAS (Centro de Tecnología de Plásticos)** -Si bien AIMPLAS es un centro tecnológico, lidera proyectos de implementación de la Economía Circular con cientos de socios industriales españoles, lo que convierte a sus gestores afiliados en objetivos prioritarios para el modelo de referencia.
- **Grupo SP (S oluciones Plásticas)** que es un fabricante destacado de envases flexibles centrado en estructuras monomateriales, películas reciclables de alta barrera y optimización de costes de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP).
- **Zartu SL** Un proveedor de servicios industriales centrado en la revalorización de subproductos plásticos, la micronización y la integración en la fabricación bajo el principio de "Cero Residuos Plásticos".
- **Saica Natur (Grupo Saica)** Se trata de un importante grupo de embalaje y gestión de residuos que impulsa planes de gestión circular, el reciclaje de plásticos posconsumo y la estrategia corporativa ESG en todo el mercado ibérico.

Los organismos públicos interesados en aplicar el modelo de formación de referencia EDU4PlastiCircular operan principalmente a nivel regional, municipal y nacional. Se rigen

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

por mandatos de la UE, como la Directiva sobre plásticos de un solo uso, las normas de contratación pública ecológica (CPE) y las dir ectrices sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Entre los principales organismos públicos de las regiones asociadas al proyecto (Rumanía, Italia, Eslovenia y España) se incluyen:

En Rumania:

- **Servicios públicos municipales de saneamiento y servic ios públicos (por ejemplo, Servicio Ecológico RETIM / Municipio de Timișoara)** -Responsable de la gestión regional de residuos sólidos municipales, la vigilancia de la basura urbana y la infraestructura de recogida pública.
- **Agencia Nacional de Protección Am biental (ANPM) y Agencias Regionales (APM Timiș / APM Brașov)** -Los organismos reguladores medioambientales exigen formación al personal sobre los umbrales de toxicidad de los microplásticos, las metodologías de seguimiento y la aplicación de la Responsabil idad Extendida del Productor (REP).
- **Administraciones de cuencas hídricas (Administrația Națională „Apele Române" - ABA Banat / ABA Olt)** -Los gestores públicos del agua están preocupados por los microplásticos en las cuencas fluviales, la escorrentía urbana y los efluentes de aguas residuales municipales.

En Italia:

- **ARPA Lombardía (Agencia Regional de Protección Ambiental - Lombardía):** La agencia medioambiental que supervisa la región cercana a la Universidad de Insubria se centra en el control de la contamin ación del agua, los microplásticos en los sistemas de agua dulce y el cumplimiento de la normativa sobre residuos industriales.
- **Grupo A2A y Servicios Ambientales Municipales (Región de Lombardía)** - Empresas multiservicios de control público que gestionan la clasificación de residuos municipales, el procesamiento de plásticos urbanos y los sistemas de conversión de residuos en energía.
- **Consorzio Bacino Basso Lario / Autoridades Sanitarias Locales (ATS)** - Organismos públicos que supervisan los factores de riesg o ambiental, la calidad del agua y los microplásticos en el suministro público de agua potable.

En Eslovenia:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Autoridades de la Región Estadística de los municipios de Velenje y Savinja** - Organismos municipales que colaboran directamente con institutos de protección ambiental (por ejemplo, la Facultad de Protección Ambiental de Velenje) en modelos locales de economía circular y reducción de residuos municipales.

- **ARSO (Agencia de Medio Ambiente de Eslovenia)** -Autoridad nacional encargada de supervisar la ejecución de la política medioambiental, las normas de gestión de residuos públicos y el control de los microplásticos en el suelo y el agua.

- **Empresas de servicios públicos (Komunalno Podjetje Velenje / Public Utility Ljubljana)** -Los operadores de gestión de residuos públicos están implementando estrategias de cero residuos, protocolos de separación pública y contratación pública ecológica.

En España:

- **Generalitat Valenciana (Departamento de Medio Ambiente, Agua, Infraestructuras y Territorio)** -Autoridad del gobierno regional responsable de los marcos de gestión de residuos, la legislación sobre economía circular y la mitigación de microplásticos en las zonas costeras de la Comunidad Valenciana.

- **EMTRE (Entidad Metropolitana para el Tratamiento de Residuos - Valen cia)** - Entidad pública responsable del tratamiento de residuos urbanos y la gestión del reciclaje en el área metropolitana de Valencia.

- **Confederación Hidrográfica del Júcar (Confederación Hidrográfica del Júcar)** -Organismo público que supervisa la calidad del agua, los vertidos de aguas residuales urbanas y los contaminantes microplásticos en los canales de riego agrícola y las zonas costeras.

Finalmente, desde una perspectiva práctica, se deben considerar los roles principales en la capacitación del sector público al aplicar o explotar el esquema EDU4PlastiCircular:

- **Funcionarios de Contratación Pública Verde (CPP)** -Capacitación para incorporar los requisitos de materiales circulares en las licitaciones públicas para la construcción municipal, el embalaje y los suministros de oficina.

- **Inspectores medioambientales** -Formación sobre identificación de microplásticos, protocolos de muestreo y verificación del cumplimiento de las directivas medioambientales de la UE.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **gestores de residuos municipales** -Orientación sobre el diseño de campañas eficaces de recogida, clasificación y educación pública para reducir los microplásticos en su origen.

4.3.4 Modelo de proceso de referencia para empleados

Este modelo de referencia se ha detallado para dos casos:

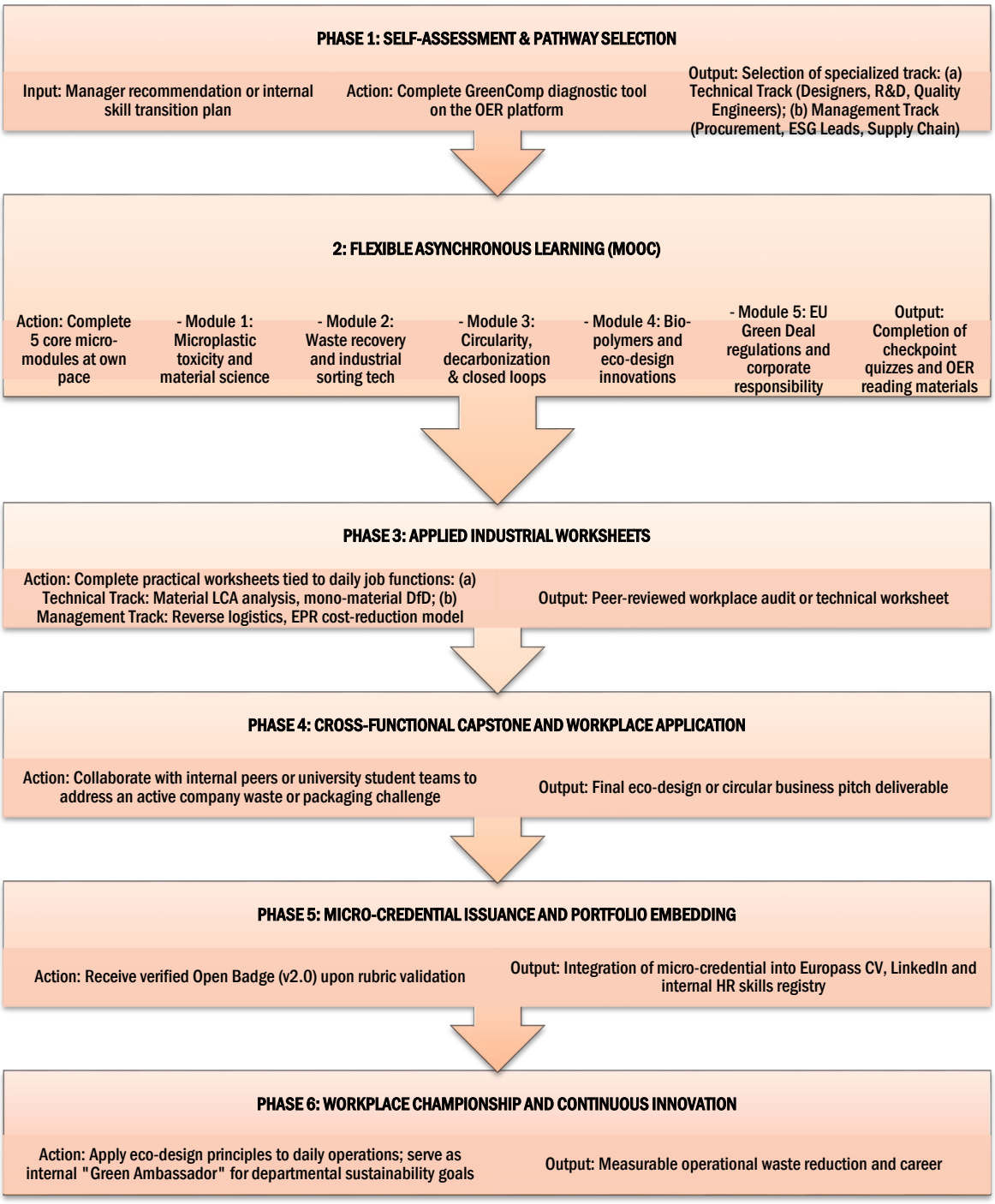
1. Empleados de empresas industriales
2. Funcionarios públicos, empleados de organismos públicos, instituciones, asociaciones, etc.

El modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados de la industria (Fig. 4.11) describe la trayectoria del aprendiz desde la inscripción inicial hasta la implementación en el lugar de trabajo y el avance profesional. Los principales beneficios para el aprendiz son:

- **Habilidades relevantes para el puesto de trabajo** -Se centra en competencias industriales inmediatas y aplicables, como el modelado de análisis del ciclo de vida (ACV), la optimización de las tarifas de responsabilidad ampliada del productor (RAP) y el diseño para el desmontaje (DfD).
- **Ejecución flexible** -Micromódulos a ritmo propio diseñados para adaptarse a los turnos de trabajo habituales y a los plazos de entrega de los proyectos.
- **Reconocimiento verificable** -Proporciona una insignia digital abierta alineada con la normativa de la UE que documenta competencias medioambientales específicas para el desarrollo profesional.

Co-funded by the European Union

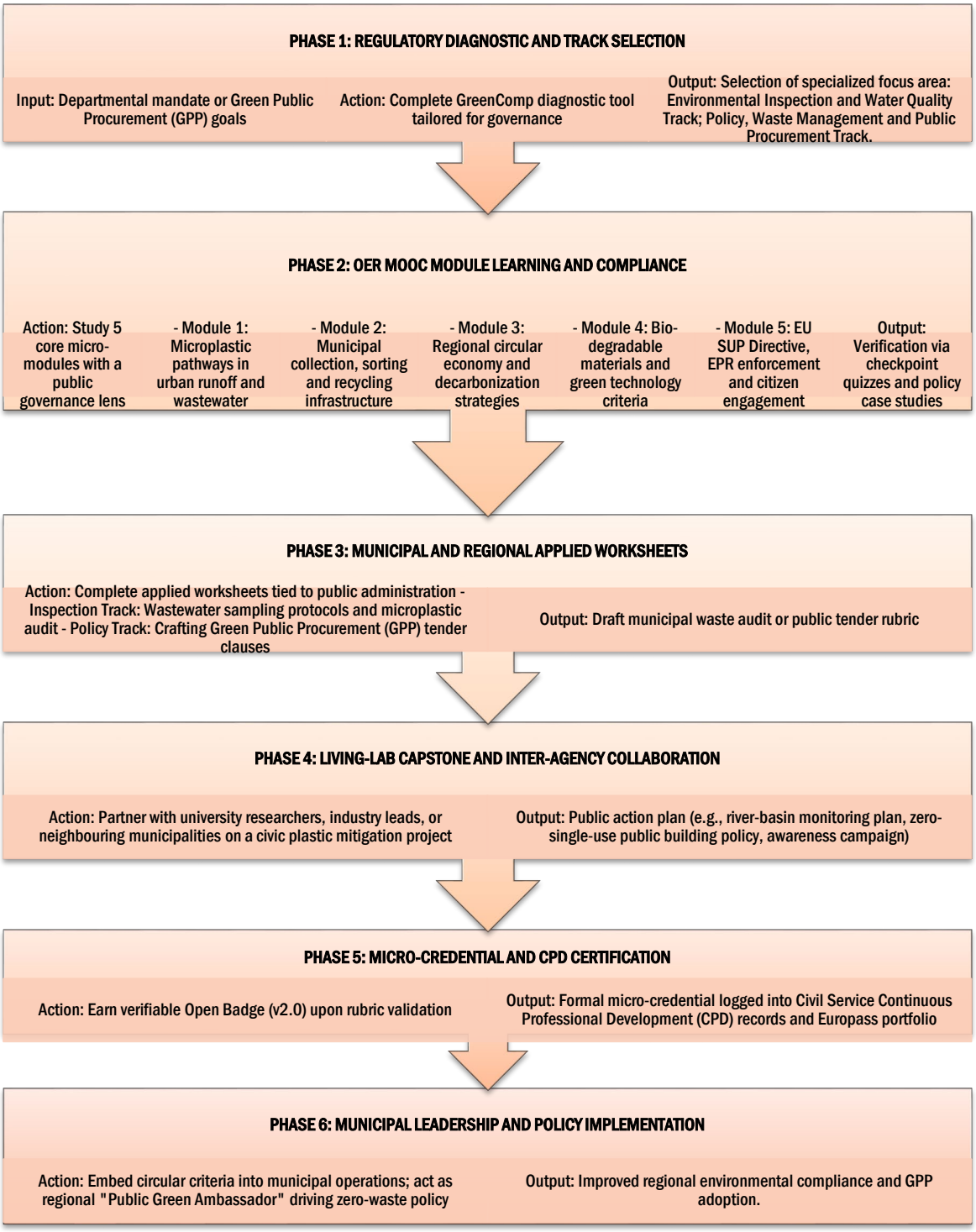
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.4.11Modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados de la industria (Marco general del proceso)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.4.12Modelo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados del sector público (Marco general del proceso)

El mod elo de proceso de referencia EDU4PlastiCircular para empleados del sector público (Fig. 4.12) describe la trayectoria de aprendizaje para funcionarios municipales, inspectores ambientales, responsables de contratación pública y gestores de servicios

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

públicos urbanos. Se centra en la traducción de las directivas ambientales de la UE a la aplicación local, la contratación pública ecológica y las estrategias comunitarias de gestión de residuos. Los principales beneficios de aprendizaje para los funcionarios públicos se han identificado y descrito a continuación:

- **Habilidades de gobernanza específicas** -Se centra en medidas políticas concretas, como la elaboración de licitaciones de contratación pública ecológica (CPE), el control de los microplásticos en las aguas residuales y la aplicación de la responsabilidad ampliada del productor (RAP).
- **Desarrollo profesional flexible** -Módulos REA asíncronos diseñados para adaptarse a las tareas administrativas y a los horarios del sector público.
- **Impacto cívico** -Conecta la investigación académica directamente con proyectos locales de laboratorios vivientes, lo que proporciona beneficios ambientales inmediatos al municipio.

4.3 Referencias

Bianchi, G., Pisiotis, U. y Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp El marco europeo de competencias en sostenibilidad, Punie, Y. y Bacigalupo, M. (Eds.), EUR 30955 EN, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo, doi:10.2760/13286, JRC128040.https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128040[Consultado el 22 de diciembre de 2025].

Comisión Europea (2022). DigComp: Marco de competencias digitales para los ciudadanos. Disponible en:https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-digcomp_en[Consultado el 22 de diciembre de 2025].
Comisión Europea (2016). EntreComp: Marco de competencias empresariales. Disponible en:https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/key-competences-lifelong-learning/entrecomp-entrepreneurship-competence-framework_en[Consultado el 22 de diciembre de 2025].

Instituto Tecnológico de Rochester (2020). ¿Qué es la evaluación del ciclo de vida (ACV)? Disponible en: Disponible en:https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120911[Consultado el 22 de diciembre de 2025].

Sala, A., Punie, Y., Garkov, V. y Cabrera Giraldez, M., LifeComp: Marco europeo para la competencia clave personal, social y de aprendizaje para aprender, EUR 30246 EN,

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2020, doi:10.2760/302967, JRC120911. Disponible en:https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120911 [Consultado el 22 de diciembre de 2025].

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

5 Contenido del programa de formación circular EDU4Plasti para el desarrollo de competencias ecológicas

En el Manual para formadores (libro electrónico), disponible en:https://microplastics.today/project-results/(Licencia Creative Commons Atribución CC BY). Este libro electrónico está disponible en italiano, esloveno, español y rumano.

A continuación se presenta una breve descripción general del programa de formación EDU4PlastiCircular.

5.1 Introducción al mundo d el plástico

Módulo 1 Este módulo introduce a los estudiantes a los fundamentos científicos, tecnológicos y prácticos de los plásticos. Explica qué son los plásticos, cómo funcionan los polímeros y los procesos de polimerización, y por qué estos materiales se han vuelto esenciales para la vida moderna. A través de la historia de los plásticos, los hitos clave y el desarrollo de polímeros sintéticos y naturales, los estudiantes comprenden cómo evolucionaron desde los primeros materiales naturales hasta los avanzados productos de ingeniería actuales. El módulo también presenta los principales tipos de plásticos, sus propiedades, estándares y normas, y las tecnologías de fabricación que determinan su rendimiento y aplicaciones. Mediante cuatro lecciones, los estudiantes exploran los plásticos en la vida cotidiana, la tipología de los materiales plásticos y las tecnologías de fabricación relacionadas, así como los estándares y normas que guían su uso seguro y responsable. Al examinar dónde aparecen los plásticos en la vida cotidiana y cómo sus características influyen en el consumo moderno, el Módulo 1 sienta las bases esenciales para los módulos posteriores sobre gestión de residuos, economía circular, innovación y comportamiento responsable (Sharma et al., 2023).

Lección 1 (Los plásticos en nuestra vida diaria: ¿Por qué, dónde y cómo?) Este curso ofrece una introducción concisa a los conceptos científicos básicos de los plásticos. Explica qué son los polímeros y los monómeros, cómo la polimerización crea diferentes estructuras materiales y cómo las primeras innovaciones moldearon la sociedad actual basada en el plástico. Los estudiantes obtienen una visión general de los principales tipos de plásticos y aditivos, así como de las razones clave por las que los plásticos están presentes en tantos sectores. La lección proporciona un punto de partida claro para

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

comprender cómo funcionan los plásticos y por qué se han convertido en parte integral de la vida moderna.

Lección 2 (Tipología de materiales plásticos y tecnologías de fabricación relacionadas) Este capítulo ofrece una comprensión fundamental de los polímeros (plásticos), esencial para la transición hacia una economía circular sostenible. Los polímeros son macromoléculas de gran tamaño compuestas por unidades estructu rales repetitivas llamadas monómeros. Las propiedades distintivas de cada plástico dependen en gran medida de su composición química, su estructura molecular y los aditivos utilizados durante su producción. Para comprender sistemáticamente la amplia varied ad de plásticos, el capítulo los clasifica en tres sistemas principales.

Este capítulo establece una clasificación según su comportamiento térmico. El método más básico para clasificar los plásticos se basa en su resistencia al calor, la cual influye directamente en su reciclabilidad y en su clasificación por origen y degradabilidad. Para la gestión del final de su vida útil y las estrategias de economía circular, es fundamental conocer el origen del plástico y cómo se degrada.

Lección 3 (Estándares, n ormas y legislación sobre plásticos en la economía circular) Este módulo proporciona una comprensión fundamental de los estándares, regulaciones y normas que rigen la transición hacia una economía circular para los plásticos. El establecimiento de estos mar cos es esencial para garantizar la calidad, la seguridad y la interoperabilidad entre las tecnologías de reciclaje. Además, el cumplimiento de estos estándares respalda el cumplimiento de las políticas y genera confianza entre las partes interesadas en los productos reciclados y sostenibles. Al completar este módulo, los estudiantes desarrollan habilidades interdisciplinarias que combinan el conocimiento técnico con la alfabetización normativa. Las áreas clave de conocimiento incluyen (Benson et al., 2021):

- Ciencia de los materiales y del medio ambiente: Comprensión de las propiedades de los polímeros, evaluaciones de toxicidad y vías de contaminación por microplásticos.
- Reciclaje y análisis: Familiaridad con el reciclaje mecánico, químico y enzimático, junto con habilidades en la evaluación del ciclo de vida (ACV) utilizando herramientas como SimaPro y OpenLCA.

Políticas y pensamiento sistémico: Cómo desenvolverse en la normativa internacional y de la UE, comprender las leyes de gestión de residuos y aplicar el ecodiseño y los modelos de negocio circulares.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Lección 4 (Terminología clave: Glosario de términos relacionados con el plástico) Proporciona conceptos sobre la economía circular y la importancia de la terminología en el campo de la circularidad del pl ástico.

La Economía Circular (EC) ofrece una alternativa regenerativa al modelo económico lineal tradicional de "extraer -producir -desechar". Diseñada para minimizar los residuos y maximizar la utilización de los recursos, el marco de la EC prioriza práctic as como la reutilización, la reparación, la remanufactura y el reciclaje. Establecer una terminología estandarizada para estos conceptos es crucial por varias razones:

- *Comunicación clara* Establece un vocabulario común para los responsables políticos, las em presas y los educadores, reduciendo así los malentendidos.
- *Fundación de políticas y estrategias* Ayuda a alinear las estrategias organizativas con los principios de la CE y respalda la creación de reglamentos y certificaciones.
- *Integración intersectorial* Considera un lenguaje común que facilita la innovación interdisciplinaria y la colaboración entre diferentes industrias.
- *Integración de datos* El uso de terminología estructurada permite un mejor etiquetado de datos para plataformas digitales, IA y aplicaciones de aprendizaje automático en el ámbito de la sostenibilidad.

5.2 Gestión de residuos plásticos

Módulo 2 El programa de formación y certifi cación EDU4PlastiCircular se centra en el análisis del ciclo de vida completo, el comportamiento ambiental, los mecanismos de transporte y los impactos de los residuos plásticos. En consonancia con el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF) y el marco europ eo GreenComp, el módulo va más allá de los paradigmas de reciclaje convencionales para abordar la prevención sistémica de residuos, las vías de fuga y los impactos de la contaminación en el aire, el agua y la salud humana (Bianchi et al., 2022). Las leccio nes incluidas en este módulo se presentan a continuación.

Lección 1 (Principales fuentes de residuos plásticos) Este curso introduce a los estudiantes a las principales fuentes de residuos plásticos, ofreciendo una comprensión integral de dónde se originan los plásticos, cómo llegan al medio ambiente y por qué su gestión es esencial para la sostenibilidad.

Los estudiantes exploran la clasificación de los residuos plásticos según su origen (por ejemplo, doméstico, industrial, agrícola), punto de entrada (tier ra, agua, aire) y ciclo de vida del producto (un solo uso frente a duradero). Mediante ejemplos reales, la lección

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

destaca el uso generalizado de plásticos en envases, textiles, construcción, electrónica y agricultura, y sus consecuencias cuando se desecha n incorrectamente. Se hace hincapié en la identificación de los principales contribuyentes a la contaminación por plásticos, como los envases de alimentos, las microfibras de la ropa sintética y los escombros de la construcción. Además, los estudiantes com prenderán que las actividades terrestres contribuyen a más del 80 % de las fugas de plástico a nivel mundial, mientras que los plásticos marinos y aéreos siguen planteando graves amenazas ecológicas y para la salud. La lección también crea conciencia sobre fuentes emergentes como los residuos de impresión 3D y los plásticos médicos (Benson et al., 2021; Iacovidou et al., 2017).

Al finalizar, los estudiantes estarán capacitados para analizar los patrones de generación de residuos, distinguir entre plásticos reciclables y no reciclables, y proponer estrategias para la reducción en origen. Mediante el debate, la experimentación y la reflexión crítica, la lección fomenta el pensamiento creativo y la acción para lograr un futuro más limpio y libre de plástico.

Lección 2 (Residuos plásticos y su vertido en rellenos sanitarios) Este curso explora el complejo y persistente problema de los residuos plásticos en los vertederos, centrándose en cómo se comportan los plásticos una vez enterrados y los riesgos ambientales q ue representan a lo largo del tiempo. Los participantes comprenderán la lenta degradación de los plásticos en las condiciones de los vertederos, principalmente debido a la baja concentración de oxígeno, la falta de luz solar y las temperaturas estables, lo que genera microplásticos y lixiviados químicos. La lección explica la formación y composición del lixiviado de vertedero, un líquido contaminado que se filtra a través de las capas de residuos y que a menudo transporta sustancias nocivas como el bisfenol A (BPA), los ftalatos y los microplásticos al suelo y las aguas subterráneas. También describe cómo la escorrentía superficial de los vertederos constituye otra vía importante de contaminación por plásticos, especialmente en vertederos mal gestionados (An drady, 2011; Lavers et al., 2019; Benson et al., 2021).

Mediante investigaciones reales y estudios de caso prácticos, la lección destaca las implicaciones ambientales y para la salud de la contaminación por plásticos en los vertederos, desde la degradación del suelo y la alteración de los ecosistemas hasta los riesgos para la salud humana. Los participantes también se familiarizan con estrategias de mitigación de ingeniería, normativas y tecnológicas, como el diseño mejorado de vertederos, el tratamiento de lixiviados, las bolsas de plástico y las mejores prácticas internacionales (Benson et al., 2021; Iacovidou et al., 2017).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

El contenido refuerza la importancia de monitorear y gestionar los residuos plásticos dentro de un marco de economía circular para pr evenir fugas a largo plazo al medio ambiente.

Lección 3 (Residuos plásticos y filtraciones en los sistemas de agua) Este curso explora el recorrido de los residuos plásticos desde su entrada hasta su paso por los sistemas acuáticos, haciendo hincapié en la urgente necesidad de comprender y gestionar la contaminación plástica en los ecosistemas acuáticos. Los estudiantes examinarán las múltiples vías por las que los plásticos, desde los macroplásticos hasta los micro y nanoplásticos, llegan a ríos, lagos y oc éanos, incluyendo la escorrentía urbana, los vertidos industriales, los desbordamientos de aguas residuales y las actividades marítimas (Benson et al., 2021).

La lección describe los principales factores que contribuyen a la contaminación, como los envases desechados incorrectamente, las fibras de neumáticos y textiles, y los aparejos de pesca abandonados, destacando cómo tanto la basura visible como los microplásticos invisibles amenazan la vida acuática, la salud de los ecosistemas y el bienestar humano. Mediante estudios de casos científicos, actualizaciones normativas y ejemplos reales como el derrame del MSC Zoe, los estudiantes comprenderán los impactos físicos, químicos y biológicos de los residuos plásticos en los sistemas acuáticos (Andrady, 2011; Iacovidou et al., 2017; Lavers et al., 2019).

Al finalizar el curso, los participantes estarán capacitados para rastrear la contaminación por plásticos desde su origen hasta el mar, evaluar sus complejos efectos y proponer soluciones basadas en evidencia pa ra prevenir fugas. Abordar críticamente estos problemas fomenta la responsabilidad ambiental e inspira la innovación en la protección del agua.

Lección 4 (Microplásticos y nanoplásticos en el aire) Este curso introduce a los estudiantes al desafío emergente de los microplásticos y nanoplásticos en suspensión en el aire, una dimensión de la contaminación plástica que a menudo se pasa por alto. Los estudiantes explorarán cómo se generan las partículas plásticas microscópicas a través de procesos industriales, textiles sintéticos, desgaste de neumáticos y la erosión ambiental, y cómo se suspenden en la atmósfera. Además, la lección destaca las vías por las que estas partículas viajan largas distancias, se depositan en ecosistemas remotos y contribuyen a la conta minación de la tierra, el agua y los alimentos. Mediante ejemplos interesantes y conocimientos científicos, los estudiantes examinarán cómo los plásticos en suspensión en el aire ingresan al cuerpo humano por inhalación, ingestión y, potencialmente, a trav és de la piel, lo que representa riesgos para la salud respiratoria, inmunológica, reproductiva y neurológica (Andrady, 2011; Benson et al., 2021). Se hace

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

hincapié en los desafíos de la detección, los ciclos de retroalimentación ambiental y la necesidad u rgente de acciones políticas y estándares internacionales (Lavers et al., 2019).

Al finalizar esta lección, los estudiantes podrán rastrear el ciclo de vida de los plásticos en suspensión en el aire, evaluar sus impactos y analizar estrategias innovadoras de monitoreo y mitigación. Mediante el debate, la investigación y la reflexión crítica, esta lección capacita a los estudiantes para reconocer los riesgos invisibles de la contaminación por plásticos y contribuir a la protección de la calidad del aire y al cambio sostenible (Benson et al., 2021).

Lección 5 (La iniciativa Cero Plástico) Este curso introduce a los estudiantes a la Iniciativa Cero Plástico (ZPI, por sus siglas en inglés), un enfoque holístico y sistémico para abordar la contaminación por plásti cos en todos los sectores y sociedades. Basada en los principios de la Economía Circular, la lección explora la urgencia de ir más allá del reciclaje y avanzar hacia la prevención, el rediseño, la reutilización y estrategias innovadoras de recuperación. Lo s estudiantes interactuarán con soluciones y marcos normativos de vanguardia que desafían el modelo dominante de "extraer, fabricar y desechar" y reimaginan los plásticos desde una perspectiva de sostenibilidad y circularidad (Benson et al., 2021).

Mediant e ejemplos reales, los estudiantes analizarán cómo diferentes sectores, como el de alimentación y bebidas, la construcción, la energía, el comercio minorista y la educación, pueden impulsar el cambio sustituyendo materiales nocivos, adoptando sistemas reut ilizables e integrando tecnologías avanzadas como la pirólisis, la catálisis y el reciclaje creativo. La lección también destaca el papel fundamental de la gobernanza, las políticas internacionales y el liderazgo local para lograr una transformación sistém ica.

Al finalizar, los estudiantes comprenderán el impacto global de los residuos plásticos en la salud, el medio ambiente y la economía, y adquirirán las herramientas necesarias para evaluar estrategias de prevención, modelos de negocio circulares e indic adores para monitorear el progreso. Esta lectura fomenta el pensamiento crítico, la innovación y la colaboración para impulsar un futuro sin plástico.

5.3 El plástico en la economía circular y la neutralidad climática

La transición a una economía circular es fundamental para reducir el impacto ambiental de los plásticos. El módulo 3 analiza cómo integrar mejor los plásticos en sistemas circulares que priorizan la reutilización, el reciclaje y la eficiencia de los recurs os. Los participantes también explorarán la relación entre la producción de plásticos, los residuos y el cambio climático, destacando cómo el diseño innovador, los materiales sostenibles y las políticas públicas pueden contribuir a alcanzar la neutralidad climática.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Al comprender estas conexiones, los participantes estarán mejor preparados para impulsar cambios sistémicos hacia un futuro más sostenible (Geyer et al., 2017).

Lección 1 (Principios de la economía circular y pensamiento del ciclo de vida) En un mundo que enfrenta crecientes limitaciones de recursos y desafíos ambientales, los modelos económicos lineales tradicionales basados en el ciclo de "extraer, producir y desechar" ya no son sostenibles. A medida que las preocupaciones ambientales, la escasez de recursos y el cambio climático se intensifican, surge la necesidad urgente de repensar cómo diseñamos, producimos y consumimos. Para abordar estas preocupaciones, la Economía Circular (EC) se ha convertido en una alternativa sostenible. Desde la perspectiva de la EC, los productos, servicios y sistemas pueden diseñarse para reducir los residuos, conservar el valor y fomentar la sostenibilidad a largo plazo (Kirchherr et al., 2017).

Durante esta lección, los estudiantes descubrirán y comprenderán la evolución de la CE y su conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), también desde la perspectiva de los envases de plástico, para evaluar sus impactos ambientales en cada etapa de la vida útil de un producto, desde la extracción de la materia prima, pasando por la fabricación, el uso y la eliminación al final de su vida útil. Esto será posible gracias a todos los pilares del ACV: ACV (impacto ambiental), ACV (impacto económico) y ACV -S (impacto social). A lo largo de la lección, se anima a los estudiantes a reflexionar críticamente sobre la necesidad de vías distintas para reconfigurar la producción, el consumo y la gobernanza, considerando que la CE proporciona la visión y el marco estratégico, mientras que el ACV ofrece herramientas de diagnóstico y planificación para optimizar las intervenciones. Juntos, ayudan a responder no solo “qué hacer”, sino también “dónde y cómo hacerlo de la manera más eficaz” (Geyer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017).

Lección 2 (Recogida y recuperación de materiales de embalaje de plástico) -Los plásticos se utilizan a diario gracias a sus características: conveniencia, durabilidad y rentabilidad, como botellas, bolsas, envoltorios de alimentos y un sinfín de otros materiales de embalaje. Su cantidad aumenta a nivel mundial, por lo que los sistemas de clasificación eficientes son esenciales para un reciclaje de alta calidad y para reducir su impacto ambiental, un problema global crítico. Por supuesto, para lograrlo, en primer lugar, su recogida debe gestionarse adecuadamente para obtener una alta recuperación, como materiales secundarios o energía, que apoyen también los sistemas circulares. En esta lección, los alumnos descubrirán diferentes formas de recogerlos (en la calle, puerta a puerta, solos o con otros materiales reciclables, etc.) y diferentes formas de clasificarlos, teniendo en cuenta sus características físicas y químicas. Explorarán diferentes

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

soluciones para aprender sobre su implementación en distintos lugares. Du rante la lección, la circularidad de estos materiales y la posibilidad de darles una segunda vida tras una correcta recogida y separación serán el concepto principal. Se analizarán los retos, ventajas y desventajas de las diferentes soluciones para recoger y recuperar plásticos y envases, y se relacionarán también con la forma de comunicación para hogares y empresas (Ragaert et al., 2017).

Lección 3 (De los residuos a los recursos: Transformando los residuos plásticos en materias primas) -Los residuos plást icos constituyen uno de los desafíos ambientales más visibles de nuestro tiempo, pero también son un recurso valioso cuando se gestionan adecuadamente, considerando su recolección, clasificación y procesamiento para transformarlos en nuevas materias primas (Jambeck et al., 2017). En esta lección, los estudiantes descubrirán diferentes formas de reciclarlos (reciclaje mecánico, así como reciclaje ascendente y descendente) y comprenderán la importancia de transformar los residuos plásticos en recursos valioso s. También se considerará la posibilidad de transformarlos en combustible sólido recuperado (CSR) y su posterior uso. De esta manera, su impacto ambiental se reducirá gracias a la posibilidad de darles una segunda vida, apoyando la sostenibilidad y la econ omía circular (Jambeck et al., 2017).

Los estudiantes también comprenderán cómo los plásticos desechados se transforman en materiales, productos y energía útiles. De esta manera, podrán considerarlos no como un problema, sino como un recurso con potencial para construir un futuro más sostenible.

Lección 4 (Plásticos y recuperación de energía a altas temperaturas) En una sociedad cada vez más centrada en la sostenibilidad, la economía circular y la eficiencia de los recursos, el reto de gestionar los residuos plásticos se ha convertido en una preocupación global. Los métodos de reciclaje convencionales, orientados a gestionar la complejidad y el volumen de los materiales plásticos, pueden complementarse con procesos de alta temperatura para la recuperación de energía, que ofrecen una alternativa para convertir los residuos plásticos en valiosos subproductos (energía y materiales).

En esta lección, los alumnos descubrirán diferentes formas de convertir de manera sostenible los residuos plásticos en energía, cons iderando los distintos tipos y composiciones de estos residuos. Se explorará la degradación térmica del plástico mediante procesos de pirólisis, gasificación y combustión. Durante la lección, se analizarán los productos finales obtenidos en cada proceso té rmico de residuos plásticos (gas de síntesis, aceites, carbón vegetal, cenizas) y su uso y gestión.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Se analizarán los retos, ventajas y desventajas de las distintas soluciones, considerando el potencial del análisis del ciclo de vida y los estudios de impacto ambiental. Ambos permiten establecer estrategias para la reducción de contaminantes emitidos y el logro de los objetivos de la economía circular. Asimismo, se abordará la necesidad de un marco regulatorio actualizado.

5.4 Innovación en el mundo del plástico

Módulo 4 Se centra en la transición de la industria del plástico de un modelo lineal a una economía circular sostenible. A través de cuatro lecciones interconectadas, el módulo presenta nuevos materiales y sustitutos, seguidos de soluciones de ecoplástico y buenas prácticas de diseño de productos, así como la exposición de ecosoluciones y tecnologías limpias. El módulo finaliza con la última lección sobre la clasificación de residuos mixtos. El módulo demuestra que superar la crisis de los residuos plásticos requiere un enfoque sistémico: combinar ciencia de materiales innovadora, ecodiseño inteligente, tecnologías de reciclaje avanzadas y sistemas de clasificación basados en inteligencia artificial (PlasticsEurope, 2022).

Lección 1 (Nuevos materiales y sustitutos del plástico) Este estudio explora alternativas emergentes a los plásticos tradicionales derivados de combustibles fósiles. Destaca materiales biodegradables y de origen biológico como el PLA (ácido poliláctico), el PHA, las películas a base de algas marinas y los envases de micelio (hongos). También abarca los compuestos de fibra natural (NFC) reforzados con cáñamo o lino. Si bien estos materiales ofrecen una menor huella de carbono y biodegradabilidad, presentan desafíos en cuanto a costo, escalabilidad y la necesidad de infraestructura especializada para el compostaje (PlasticsEurope, 2022).

Lección 2 (Soluciones con plásticos ecológicos: Mejores prácticas en el diseño de productos) Se centra en los principios fundamentales del ecodiseño para minimizar el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Entre las estrategias clave se incluyen el diseño para la durabilidad, la reutilización y el desmontaje, así como la reducción de materiales (ligerización). Se hace hincapié en evitar aditivos peligrosos y el diseño monomaterial para garantizar que los productos puedan reciclarse eficazmente al final de su vida útil (Prata et al., 2020; Vollmer et al., 2020; PlasticsEurope, 2022).

Lección 3 (Tecnologías limpias y ecosoluciones: mejores prácticas en procesos tecnológicos) Este documento detalla los procesos tecnológicos que impulsan la fabricación sostenible y la recuperación de residuos. Abarca métodos avanzados de reciclaje mecánico y químico, como la pirólisis, la gasificación y la solvólisis, que descomponen los plásticos en sus componentes moleculares. Asimismo, destaca la

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

fabricación energéticamente eficiente, los sistemas de circuito cerrado y el uso de la digitalización (como los sensores IoT y la tecnología blockchain) para e l seguimiento del ciclo de vida de los materiales y la optimización del uso de los recursos (Ragaert et al., 2017; Prata et al., 2020; Volmer et al., 2020; PlasticsEurope, 2022).

Lección 4 La clasificación de residuos plásticos mixtos aborda el desafío cruc ial de clasificar flujos complejos de residuos plásticos urbanos e industriales. Contrasta las técnicas de clasificación convencionales, como la separación por densidad y la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR), con innovaciones de vanguardia en inte ligencia artificial y aprendizaje automático. Tecnologías como YOLO v8 y Mask R -CNN permiten el reconocimiento visual de residuos plásticos en tiempo real y con alta precisión. Además, introduce los "gemelos digitales", simulaciones virtuales que se utiliz an para optimizar continuamente el rendimiento de las plantas de clasificación de residuos (Volmer et al., 2020; PlasticsEurope, 2022).

5.5 Sensibilización sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable

Módulo 5 Este módulo fortalec e la comprensión de los estudiantes sobre cómo la contaminación por plásticos afecta a las sociedades, los ecosistemas y la salud humana, al tiempo que promueve un comportamiento responsable, ético y climáticamente neutro. A través de seis lecciones interc onectadas, el módulo introduce una nueva mentalidad para los educadores, explica los impactos de los micro y nanoplásticos en la salud humana, explora estrategias de contaminación y descontaminación, destaca las responsabilidades organizativas y éticas, fo menta la participación ciudadana activa y replantea los enfoques educativos para generar conciencia. El módulo proporciona a los estudiantes el conocimiento científico, las herramientas prácticas y las perspectivas conductuales necesarias para reducir los residuos plásticos, apoyar soluciones circulares y promover la sostenibilidad en la vida cotidiana y la práctica profesional (Iacovidou et al., 2017; Benson et al., 2021; Jambeck et al., 2017; Sharma et al., 2023).

Lección 1 (Economía circular y climáticam ente neutra: Nuevas mentalidades – Concienciación sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable) Este curso introduce los conceptos fundamentales, las competencias y la mentalidad necesarios para apoyar la transición de una economí a lineal a una economía circular y climáticamente neutra. Enfatiza que abordar los desafíos ambientales requiere no solo innovación tecnológica, sino también una transformación en la forma en que los ingenieros piensan, diseñan y toman decisiones. La lecci ón comienza describiendo los desafíos ambientales asociados con la actual economía lineal de "extraer -producir -

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

desechar", incluyendo el agotamiento de los recursos, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y la acumulación de resi duos plásticos. Explica que la extracción continua de recursos naturales, combinada con el creciente consumo de materiales y la gestión ineficiente de residuos, ha generado importantes presiones ambientales. La producción de plástico se presenta como un ej emplo representativo de este modelo insostenible, ya que depende en gran medida de los combustibles fósiles, genera importantes emisiones de gases de efecto invernadero y produce grandes cantidades de residuos que frecuentemente terminan en vertederos o ec osistemas naturales. La lección destaca que la contaminación por plásticos se ha convertido en un problema ambiental global, que afecta a los ecosistemas terrestres y marinos, la biodiversidad y potencialmente la salud humana a través de la presencia gener alizada de microplásticos (Andrady, 2011; Geyer et al., 2017; Iacovidou et al., 2017; Sharma et al., 2023).

En respuesta a estos desafíos, la lección aboga por la transición hacia una economía circular y climáticamente neutra, donde los materiales se mante ngan en uso productivo el mayor tiempo posible mediante la reutilización, la reparación, la remanufactura y el reciclaje. Esta transición se presenta como una transformación tanto tecnológica como educativa que exige que los ingenieros integren los princip ios de sostenibilidad en el diseño de productos, la gestión de recursos y los procesos de toma de decisiones (Sharma et al., 2023).

El marco educativo que sustenta la lección es el Marco Europeo GreenComp, que define doce competencias de sostenibilidad agr upadas en cuatro áreas: Integrar los Valores de Sostenibilidad, Afrontar la Complejidad, Visualizar Futuros Sostenibles y Actuar por la Sostenibilidad. Este marco promueve el pensamiento crítico, el razonamiento ético, la colaboración, la comprensión de lo s sistemas y la participación proactiva como competencias esenciales para los futuros profesionales que trabajan en transiciones hacia la sostenibilidad.

La parte central de la lección presenta cinco transformaciones clave de mentalidad necesarias para un pensamiento circular y climáticamente neutro:

- *El pensamiento sistémico prevalece sobre la lógica lineal*: Promueve la comprensión de las interconexiones entre los flujos de recursos, los ciclos de vida de los productos, las emisiones, los ecosistemas y la so ciedad a través de enfoques como la evaluación del ciclo de vida y el diseño circular.
- *Regeneración en lugar de extracción*: Promueve la restauración de los ecosistemas y el capital natural, en lugar de limitarse a reducir el impacto ambiental.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- *Pensamiento anticipatorio por encima de la eficiencia a corto plazo* Anima a los ingenieros a evaluar las consecuencias ambientales a largo plazo, los riesgos futuros y las compensaciones en materia de sostenibilidad, en lugar de centrarse únicamente en el rendimiento técnico o económico inmediato.

- *Responsabilidad sobre el consumo pasivo* Hace hincapié en la responsabilidad ética, el diseño de productos sostenibles, la eficiencia en el uso de los recursos y la implementación de principios de economía circular, como la Responsabilidad Extendida del Productor.

- *Colaboración por encima de la competencia* Destaca la importancia de la cooperación interdisciplinaria, la participación de las partes interesadas, la comunicación y la responsabilidad compartida para desarrollar soluciones sistémicas a la contaminación por plásticos y otros desafíos de sostenibilidad.

En resumen, la lección combina evidencia científica, competencias en sostenibilidad y aplicaciones de ingeniería para demostrar que la transición hacia una economía circular y climáticamente neutra depende del desarrollo de nuevas mentalidades profesionales junto con la experiencia técnica. Al integrar el pensamiento sistémico, la regeneración, la anticipación, la responsabilidad y la colaboración en la formación en ingeniería, el documento prepara a los futuros profesionales para contribuir eficazmente al desarrollo sostenible, la neutralidad climática y la reducción de la contaminación por plásticos.

Lección 2 (Impacto de los residuos plásticos (incluidos los microplásticos y nanoplásticos) en la vida humana: Concienciación sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable) Explica cómo el uso generalizado de plásticos va más allá de un problema medioambiental, convirtiéndose en una importante preocupación para la salud pública que requiere una toma de decisiones informada y prácticas sostenibles.

La lección comienza presentando la creciente preocupación en torno a los plásticos, en particular los microplásticos y nanoplásticos, que se liberan al medio ambiente a través de la degradación de los productos plásticos. Explica que estas partículas, junto con aditivos químicos como el bisfenol A (BPA), los ftalatos, los retardantes de llama y los colorantes, pueden ingresar al cuerpo humano a través de múltiples vías de exposición y contribuir a diversos efectos adversos para la salud. La lección enfatiza la importancia de comprender estos mecanismos, especialmente para los ingenieros que influyen en el diseño, la producción y la gestión de materiales plásticos (Wright y Kelly, 2017; Perniu et al., 2026).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Una parte importante de la lección examina las vías de exposición humana a los plásticos y sus aditivos. Describe la inhalación de microp lásticos en suspensión provenientes de textiles sintéticos, polvo doméstico, emisiones industriales y procesos de fabricación de plásticos; la ingestión a través de alimentos contaminados, agua potable, mariscos, envases de alimentos y alimentos procesados ; y la exposición dérmica resultante del contacto prolongado con productos plásticos, textiles sintéticos y productos de cuidado personal. La lección también aborda otras vías de exposición, como la transferencia prenatal y neonatal, la migración de aditiv os químicos de los plásticos en condiciones como el calor o el estrés mecánico, y la persistencia ambiental y la bioacumulación de microplásticos a lo largo de las cadenas alimentarias. Estas secciones resaltan las complejas interacciones entre la contamin ación ambiental, el comportamiento humano y la exposición laboral.

La lección explora los efectos en la salud asociados a la exposición al plástico, resumiendo la evidencia científica actual que vincula los plásticos y sus aditivos con la alteración endocr ina, enfermedades respiratorias, trastornos gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares, efectos neurológicos, trastornos inmunitarios e inflamatorios y diversos tipos de cáncer. Se presta especial atención a los disruptores endocrinos como el BPA y los ftalatos, que interfieren con la regulación hormonal, así como a los contaminantes persistentes que se acumulan en los tejidos humanos con el tiempo. El documento subraya que, si bien la investigación sobre microplásticos aún está en desarrollo, cada v ez hay más evidencia que indica que la exposición crónica puede tener consecuencias significativas para la salud humana.

La lección también se centra en dos importantes fuentes de exposición a microplásticos relacionadas con el consumo: los textiles y los cosméticos. Explica las diferencias entre las fibras textiles naturales y sintéticas y describe cómo los materiales sintéticos, como el poliéster, el nailon, el acrílico y el elastano, liberan microfibras durante la fabricación, el uso y el lavado. Se anal iza el impacto ambiental de la industria textil a través de sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de agua, la contaminación química, la generación de residuos y la contribución de la moda rápida al aumento de los residuos textiles. La le cción examina además cómo las fibras de microplástico ingresan a los ecosistemas acuáticos, los suelos, la atmósfera y, en última instancia, a la cadena alimentaria humana. También aborda la presencia de microplásticos en productos cosméticos, explica cómo los consumidores pueden identificar los ingredientes plásticos en las etiquetas de los productos, compara los productos que se enjuagan y los que no, y revisa la legislación reciente que promueve alternativas naturales y restringe la adición intencional d e microplásticos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La lección concluye haciendo hincapié en que reducir la exposición humana a los plásticos requiere una combinación de conocimiento científico, decisiones de consumo responsables, diseño de productos sostenibles, una mejor gestión de resid uos y políticas públicas de apoyo. Al integrar evidencia sobre las vías de exposición, los impactos en la salud, las fuentes textiles y cosméticas y las estrategias de mitigación, el documento anima a los estudiantes a adoptar comportamientos informados y responsables que contribuyan a proteger tanto la salud humana como el medio ambiente. Las referencias y la webografía adjuntas proporcionan a los estudiantes literatura científica autorizada y recursos internacionales para profundizar en el estudio.

Lecció n 3 (Contaminación y descontaminación por plásticos: Concienciación sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable) Este documento ofrece una visión general completa de la contaminación por plásticos, siguiendo el modelo integral de contaminación: desde las fuentes de contaminación, las características de los contaminantes, el transporte ambiental y los impactos, hasta las soluciones tecnológicas y sociales para la descontaminación. Su objetivo es ayudar a los estudiantes a comprende r la contaminación por plásticos como un desafío ambiental sistémico que requiere respuestas interdisciplinarias de ingeniería, medio ambiente y sociedad. Examina la contaminación por plásticos desde una perspectiva de ciclo de vida y sistemas, presentándo la como un proceso que comienza con la extracción de recursos fósiles y la producción de polímeros, y continúa a través de la fabricación, el consumo, la generación de residuos y la gestión inadecuada al final de su vida útil. Identifica las principales fu entes antropogénicas de contaminación por plásticos, incluyendo las actividades industriales, los residuos municipales, la agricultura, la pesca, el sector textil y los productos de cuidado personal que contienen microplásticos. Para analizar estas interac ciones, la lección adopta el modelo clásico de contaminación (fuente, contaminante, vías de transporte y receptores y efectos ambientales), proporcionando un marco conceptual para comprender la contaminación por plásticos dentro de los sistemas de ingenier ía y medio ambiente.

Una parte sustancial del documento se dedica a las características de los contaminantes plásticos. Distingue entre microplásticos, nanoplásticos y microplásticos primarios y secundarios, y analiza el comportamiento ambiental de los pri ncipales polímeros comerciales, como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el tereftalato de polietileno (PET), el poliestireno (PS), el cloruro de polivinilo (PVC), el poliuretano (PU), la poliamida (PA), el policarbonato (PC) y el ácido poliláctico (PLA). Se analizan sus propiedades fisicoquímicas, persistencia, mecanismos de degradación y biodegradabilidad para explicar la acumulación a largo plazo de plásticos en el medio ambiente. El documento

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

también destaca la importancia ambiental de los aditivos plásticos como los ftalatos, el bisfenol A (BPA), los retardantes de llama bromados, las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS), los nonilfenoles y los compuestos orgánicos volátiles, que contribuyen a riesgos tanto para el medio ambiente como para la salud humana.

La lección examina con mayor profundidad el transporte y el destino ambiental de los contaminantes plásticos en los sistemas atmosféricos, acuáticos y terrestres. Describe los procesos que rigen la dispersión de los plásticos, incluyendo las emisiones y la deposición atmosféricas, el transporte fluvial y oceánico, la sedimentación, la escorrentía, la infiltración, la erosión eólica y la redistribución biológica. Estas vías ilustran la alta movilidad y persistencia de las partículas de plástico, que actúan no solo como contaminantes, sino también como vectores de sustancias químicas tóxicas y microorganismos.

Otro componente fundamental aborda la degradación de los plásticos en el medio ambiente. Se presentan los procesos físicos, fotoquímicos, térmicos, hidrolíticos, oxidativos y biológicos como los principales mecanismos responsables de la fragmentación de los residuos plásticos en microplásticos y nanoplásticos. El documento explica cómo la meteorización altera las superficies de los polímeros, favorece la adsorción de contaminantes orgánicos persistentes, facilita la liberación de aditivos peligrosos y contribuye a la formación de la plastisfera, una comunidad microbiana asociada a las superficies plásticas que influye en los procesos ecológicos y biogeoquímicos.

Partiendo de estos conceptos, la lección analiza los impactos ambientales de la contaminación por plásticos en los ecosistemas, la biodiversidad, los suelos, los entornos acuáticos y el entorno construido. Un aspecto distintivo es la integración del marco de los Límites Planetarios, que demuestra cómo la contaminación por plásticos contribuye a la transgresión de múltiples límites del sistema terrestre, incluyendo el cambio climático, la integridad de la biosfera, el cambio en el agua dulce, el cambio en los sistemas terrestres, los flujos biogeoquímicos y las nuevas entidades. Esta perspectiva sistémica permite a los estudiantes conectar los procesos de contaminación locales con los desafíos de la sostenibilidad global.

La segunda parte de la lección se centra en las estrategias de descontaminación por plásticos. Presenta una jerarquía de intervenciones que prioriza la prevención de la contaminación mediante el diseño sostenible de productos, la reducción del uso de plásticos de un solo uso, el ecodiseño y los principios de la economía circular, seguidos de la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales. La lección también revisa soluciones de ingeniería para la eliminación de plásticos de entornos terrestres y

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

acuáticos y analiza tecnologías avanzadas para la eliminación de microplásticos de aguas residuales, incluyendo la filtración por membrana, la adsorción, la coagulación - floculación, los procesos de oxidación avanzada y los tratamientos biológicos. Estos enfoques se evalúan desde perspectivas tecnológicas, ambientales, económicas y sociales, destacando la necesidad de soluciones integradas que combinen la innovación en ingeniería, la gestión eficaz de residuos, la política ambiental y un comportamiento responsable del consumidor.

La lección concluye que la contaminación por plásticos es un desafío sistémico complejo que no puede resolverse únicamente con tecnologías de tratamiento al final del proceso. Las soluciones a largo plazo requieren estrategias preventivas, enfoques de economía circular, colaboración interdisciplinaria, innovación tecnológica y un cambio de comportamiento entre productores, responsables políticos y consumidores. La lección se apoya en una amplia recopilación de referencias científicas que proporcionan una base empírica para estudios posteriores y una toma de decisiones informada.

Lección 4 (Responsabilidad ampliada de las organizaciones: Comportamiento ético de las empresas y los organismos públicos: Sensibilización sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable) Este documento presenta la Responsabilidad Organizacional Extendida (ROE) y la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) como marcos complementarios que integran la ética ambiental en la gobernanza organizacional y la implementación de la Economía Circular. Demuestra que abordar la contaminación por plásticos requiere más que el cumplimiento normativo o la innovación tecnológica; exige responsabilidad ética a lo largo de todo el ciclo de vida del producto y en todas las actividades organizacionales.

La lección presenta la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) como un enfoque holístico que amplía la responsabilidad organizacional más allá del desempeño económico para incluir los impactos ambientales, sociales y de gobernanza. Dentro de este marco más amplio, la REP se presenta como un instrumento político práctico que transfiere la responsabilidad de los impactos ambientales de los productos a los productores a lo largo de la fase posterior al consumo. En lugar de tratar la REP únicamente como un mecanismo de gestión de residuos, el documento la posiciona como una expresión concreta de la REP, traduciendo los principios éticos en prácticas operativas como el ecodiseño, el análisis del ciclo de vida, la selección de materiales sostenibles, la trazabilidad de los productos y la gestión circular de los recursos.

Se abordan los principios y la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), revisando definiciones reconocidas internacionalmente y haciendo hincapié en conceptos como el principio de «quien contamina paga», el análisis del ciclo

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

de vida, la responsabilidad compartida, la internalización de los costos ambientales y el Diseño para el Medio Ambiente (DfE) . Estos principios se interpretan no solo como instrumentos de política, sino también como compromisos éticos que exigen a los productores asumir la responsabilidad total de las consecuencias de sus productos, en lugar de transferir los costos ambientales a la sociedad o a las generaciones futuras. Mediante ejemplos de envases, electrónica, baterías y plásticos, la lección demuestra cómo la REP apoya la prevención de residuos, la ecoinnovación, el reciclaje y los objetivos de la Economía Circular, al tiempo que refuerza la responsabilidad corporativa.

Otro componente importante de la lección es el análisis de la trazabilidad y la transparencia del plástico. La lección explica cómo tecnologías como los pasaportes digitales de productos, la cadena de bloques, la RFID, los códigos QR y la inteligencia artificial mejoran el seguimiento de los flujos de materiales y fortalecen la responsabilidad de los productores. La trazabilidad se presenta como un requisito tanto tecnológico como ético, ya que permite la transp arencia, verifica las afirmaciones ambientales, apoya la gestión responsable de los recursos y facilita el cumplimiento de las obligaciones de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). En este contexto, el documento también aborda el ecoblanqueo, h aciendo hincapié en que las afirmaciones engañosas sobre sostenibilidad violan los principios éticos de honestidad, responsabilidad y equidad. Por lo tanto, la información transparente y la comunicación basada en evidencia se identifican como condiciones e senciales para generar confianza pública y apoyar una gobernanza ambiental responsable.

Un tema central de la lección es que la ética ambiental proporciona el fundamento normativo tanto para la recuperación mejorada de petróleo (EOR) como para la responsab ilidad ampliada del productor (EPR). La lección argumenta que las organizaciones tienen obligaciones morales que van más allá del cumplimiento legal, incluyendo la protección de los ecosistemas, la minimización del daño ambiental, la conservación de los re cursos naturales y la protección del bienestar de las generaciones presentes y futuras. Por lo tanto, la responsabilidad ética se presenta como la fuerza motriz de las decisiones organizacionales relacionadas con el diseño, la fabricación, el consumo, la g estión de residuos y la circularidad de los productos. Se anima a ingenieros, gerentes y autoridades públicas a adoptar un pensamiento sistémico y a reconocer que cada etapa del ciclo de vida de un producto conlleva consecuencias ambientales y sociales.

Se aborda explícitamente la ética ambiental y su aplicación a la circularidad del plástico. Se presenta el desarrollo histórico de la ética ambiental, se revisan las principales perspectivas éticas, incluyendo el antropocentrismo, el biocentrismo, el ecocent rismo y

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

la ecología profunda, y se analizan principios como la administración responsable, la justicia ambiental, la equidad intergeneracional, la responsabilidad, la precaución y el respeto por la biodiversidad. Estos marcos éticos están directamente rela cionados con la ética de la investigación y la responsabilidad ampliada del productor (EPR), ilustrando cómo guían la toma de decisiones organizacionales, las políticas públicas y la práctica de la ingeniería. Se describe a las organizaciones éticas como a quellas que diseñan productos sostenibles, se comunican con transparencia, involucran a las partes interesadas, apoyan las iniciativas de economía circular y asumen la responsabilidad por los impactos ambientales de sus actividades a lo largo del ciclo de vida del producto.

En resumen, esta lección demuestra que la Responsabilidad Organizacional Extendida (ROE) proporciona la visión ética, mientras que la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) representa uno de sus principales mecanismos de implement ación. Juntas, respaldadas por la trazabilidad del plástico, la gobernanza transparente, la colaboración de las partes interesadas y la ética ambiental, ofrecen un marco integrado para reducir la contaminación por plástico, promover los principios de la Ec onomía Circular y permitir que las organizaciones contribuyan a la sostenibilidad ambiental a largo plazo y al desarrollo responsable.

Lección 5 (Concienciación sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable) Se centra en el papel d e la ciudadanía como agentes éticos para abordar la contaminación por plásticos y apoyar la transición hacia una economía circular y climáticamente neutra. A diferencia de las lecciones anteriores, que enfatizan las soluciones tecnológicas, organizativas y políticas, esta explora cómo el comportamiento individual, la ética ambiental, las normas sociales y los factores psicológicos influyen en el consumo sostenible y la circularidad del plástico. Demuestra que lograr un cambio ambiental sistémico depende no solo de la innovación y la regulación, sino también de una ciudadanía informada, responsable y con una sólida motivación ética.

Esta lección analiza el impacto ambiental de los patrones de consumo actuales, utilizando los plásticos como ejemplo representat ivo de las consecuencias de la producción y el consumo insostenibles. Explica que los productos plásticos generan presiones ambientales a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de recursos fósiles y la fabricación hasta su eliminación y fragment ación en microplásticos. Se presta especial atención a los efectos de los plásticos en los ecosistemas naturales, donde los macroplásticos y microplásticos contaminan los entornos terrestres y acuáticos, se acumulan en las cadenas alimentarias y amenazan l a biodiversidad. El documento también aborda el impacto de los residuos plásticos en el entorno construido, incluyendo

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

los daños a la infraestructura urbana, los sistemas de drenaje y los espacios públicos, así como los costos económicos asociados. Además, revisa la evidencia científica actual sobre las implicaciones de la contaminación por plásticos para la salud humana, destacando las vías de exposición a través del aire, el agua, los alimentos y los aditivos plásticos como el bisfenol A y los ftalatos.

Partiendo de este contexto ambiental, la lección introduce el concepto de consumo ético, definido como la adopción de opciones de compra y estilo de vida que minimicen el impacto ambiental a la vez que promueven el bienestar social y el uso responsable de los recursos. El consumo ético se presenta como una expresión práctica de la ética ambiental, que anima a las personas a reducir el consumo innecesario, elegir productos reutilizables y reciclables, apoyar a empresas ambientalmente responsables y participar en iniciativas locales de sostenibilidad. La lección argumenta que las decisiones de consumo cotidianas influyen colectivamente en los sistemas de producción, la demanda del mercado y los resultados ambientales, convirtiendo a los ciudadanos en actores clave en las transiciones hacia la sostenibilidad.

Un tema central del documento es el concepto de ciudadanía ambiental, que extiende la responsabilidad individual más allá del consumo personal para incluir la participación activa en la gobernanza ambiental y la participación comunitaria. La lección ilustra cómo los ciudadanos contribuyen al desarrollo sostenible mediante actividades como proyectos de ciencia ciudadana, monitoreo ambiental, campañas de limpieza comunitaria, iniciativas educativas y plataformas digitales que fomentan comportamientos sostenibles. Estos ejemplos demuestran que la colaboración entre ciudadanos, autoridades públicas, empresas y la sociedad civil es esencial para abordar la contaminación por plásticos y fortalecer las prácticas de la economía circular.

Para explicar los mecanismos subyacentes al cambio de comportamiento, el documento introduce la Teoría del Comportamiento Planificado (TCP) como marco conceptual para comprender las acciones ambientalmente responsables. Según este modelo, el comportamiento está influenciado por las actitudes hacia la sostenibilidad, las normas subjetivas que reflejan las expectativas sociales y el control conductual percibido, que determina si las personas se sienten capaces de adoptar prácticas sostenibles. La lección revisa estudios empíricos que demuestran la importancia de la conciencia ambiental, la influencia social, las emociones positivas y las alternativas accesibles para promover la reducción del consumo de plásticos de un solo uso. También analiza cómo las intervenciones conductuales, los programas educativos y los instrumentos de política pueden reforzar las intenciones proambientales y facilitar el cambio de comportamiento a largo plazo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La sección final vincula la ciencia del comportamiento con la circularidad del plástico, haciendo hincapié en que las estrategias de economía circular dependen de la participación ciudadana activa. El documento identifica los principales impulsores del comportamiento sostenible, como la preocupación ambiental, la responsabilidad ética, los incentivos económicos y el reconocimiento social, al tiempo que examina barreras como la infraestructura de reciclaje inadecuada, los sistemas de gestión de residuos inconsistentes, la disponibilidad limitada de alternativas sostenibles y la baja confianza pública en los procesos de reciclaje. Concluye que lograr la circularidad del plástico requiere una acción coordinada en múltiples niveles, combinando educación ambiental, políticas públicas de apoyo, intervenciones conductu ales y participación comunitaria. En definitiva, la lección demuestra que la ética ambiental y la ciudadanía responsable constituyen fundamentos esenciales para reducir la contaminación por plástico y facilitar la transición hacia una sociedad más circular , resiliente y sostenible.

Lección 6 (Repensando la educación y la sensibilización sobre las iniciativas de plásticos en la economía circular – Solución EDU4PlastiCircular) Presenta un marco educativo diseñado para fortalecer la concienciación y el desarrol lo de competencias para la transición hacia una economía circular y climáticamente neutra. Enfatiza que abordar la contaminación por plásticos requiere no solo innovación tecnológica, sino también una transformación del conocimiento, los valores y los comp ortamientos de los estudiantes de ingeniería, los ingenieros en ejercicio, los gerentes y demás actores involucrados en la cadena de valor de los plásticos.

La lección comienza estableciendo la necesidad de repensar la educación superior en respuesta a los desafíos ambientales asociados con la producción, el consumo y los residuos plásticos. Argumenta que los futuros ingenieros y responsables de la toma de decisiones deben ir más allá de los enfoques técnicos convencionales y desarrollar un pensamiento sist émico, responsabilidad ética y la capacidad de diseñar soluciones circulares que minimicen el impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida del plástico. Por lo tanto, la concienciación se presenta como un requisito previo para el cambio de comport amiento y organizacional, que permite a las personas reconocer las implicaciones ambientales, sociales y económicas de los plásticos y su papel en el apoyo al desarrollo sostenible.

Un componente central de la lección es la integración del Marco Europeo de Competencias para la Sostenibilidad (GreenComp) en la educación sobre la circularidad del plástico. El documento explica cómo las doce competencias de GreenComp proporcionan un marco estructurado para desarrollar los conocimientos, las habilidades, los valores y las actitudes necesarios para promover las prácticas de la Economía Circular.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

El uso de la metáfora visual de GreenComp, basada en el funcionamiento de un ecosistema de colmena, ilustra la interdependencia de los valores de sostenibilidad, el pensamiento sistémico, la creatividad y la acción colaborativa para abordar los desafíos relacionados con el plástico (Bianchi et al., 2022).

La lección introduce el paradigma del aprendizaje transformador como fundamento pedagógico de la iniciativa EDU4PlastiCircular. Basándose en la teoría de Mezirow, describe cómo la reflexión crítica, el aprendizaje experiencial, el aprendizaje basado en problemas, la participación de las partes interesadas y las actividades colaborativas pueden transformar las perspectivas de los estudiantes y fomentar una mentalidad de sostenibilidad. En lugar de simplemente transferir conocimientos técnicos, el enfoque educativo anima a los estudiantes a cuestionar los modelos lineales de producción y consumo, adoptar el pensamiento regenerativo y convertirse en agentes de cambio activos, capaces de influir en la práctica profesional y la toma de decisiones organizacionales .

La parte final de la lección presenta la iniciativa educativa EDU4PlastiCircular como un conjunto de herramientas integradas que combina currículos basados en competencias, módulos de aprendizaje digital, estudios de caso, actividades prácticas, herramientas de monitoreo y repositorios de buenas prácticas. La iniciativa está diseñada para apoyar la educación en ingeniería, la formación profesional y el aprendizaje permanente, permitiendo a los participantes comprender los ciclos de vida del plástico, evaluar los impactos ambientales, desarrollar soluciones circulares, evaluar el desempeño en sostenibilidad e implementar campañas de sensibilización en entornos académicos, industriales y comunitarios. Se hace hincapié en capacitar a estudiantes de ingeniería, ingenieros y gerentes para que se conviertan en innovadores, tomadores de decisiones responsables y líderes en sostenibilidad, capaces de integrar los principios de la Economía Circular en el diseño de productos, las estrategias organizacionales y la implementación de políticas.

Al combinar el marco GreenComp con el aprendizaje transformador, la lección posiciona la educación como un catalizador para el cambio de comportamiento, el desarrollo de competencias profesionales y la adopción generalizada de la circularidad del plástico en toda la sociedad y la industria (Bianchi et al., 2022).

5.6 Referencias

Andrady, AL (2011). Microplásticos en el medio marino. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596–1605.https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Benson, NU, Bassey, DE y Palanisami, T. (2021). Contaminación por COVID: Impacto de la pandemia de COVID -19 en la huella global de residuos plásticos. Heliyon, 7(2), Artículo e06110. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06110

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: Marco europeo de competencias en sosten ibilidad (EUR 30955 EN). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286 [Consultado el 20 de diciembre de 2025].

Geyer, R., Jambeck, JR y Law, KL (2017). Producción, uso y destino de todos los plásticos fabricados hasta la fecha. Science Advances, 3(7), Artículo e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv .1700782

Iacovidou, E., Velis, CA, Purnell, P., O'Neill, C., & Brennan, A. (2017). Marco de orientación metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de la recuperación de recursos a partir de residuos. Journal of Cleaner Production, 166, 910 – 932. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.158

Jambeck, JR, Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, TR, Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, KL (2015). Aportes de residuos plásticos de la tierra al océano. Science, 347(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualización de la economía circular: un análisis de 114 definiciones. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221 – 232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Lavers, JL, Dicks, L, Dicks, MR y Finger, A. (2019). La importante acumulación de desechos en islas remotas pone de manifiesto la magnitud de la contaminación plástica costera. Scientific Reports, 9(1), Artículo 7189. https://doi.org/10.1038/s41598 -019-43375-4

Perniu, D., Rogozea, L., Draghici, A., Bubik, A., & Škrabe, K. Š. (2026). Una síntesis del impacto de los residuos plásticos micro y nano en la salud humana. Una perspec tiva médica. Acta Technica Napocensis -Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 69(1 -1S).

PlasticsEurope. (2022). Reconfigurando los plásticos: Caminos hacia un sistema de plásticos circular y climáticamente neutro en Europa. https://plasticseurope.org/knowledge -hub/reshaping -plastics -pathways -to -a-circular -clim ate-neutral -plastics -system -in -europe/ [Consultado el 20 de diciembre de 2025].

Prata, JC, Silva, AL, da Costa, JP, Mouneyrac, C., Walker, TR, Duarte, AC, & Rocha-Santos, T. (2020). Soluciones y mejoras tecnológicas para la gestión de plásticos desechables no

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

médicos. Science of The Total Environment, 736, Artículo 139580. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139580

Ragaert, K., Delva, L., & Van Geem, KM (2017). Reciclaje mecánico y químico de residuos plásticos sólidos. Waste Management, 69, 24 – 58. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044

Sharma, S., Sharma, V., & Chatterjee, S. (2023). Contribución del plástico y el microplástico al cambio climático global y sus impactos combinados en el medio ambiente: una revisión. Science of The Total Environment, 875, Artículo 162627. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162627

Vollmer, I., Jenks, MJ, Roelands, MC, White, RJ, van Harmelen, T., de Wild, P., van der Laan, GP, Meirer, F., Keurentjes, JT y Weckhuysen, BM (2020). Más allá del reciclaje mecánico: dar nueva vida a los residuos plásticos. Edición internacional Angewandte Chemie, 59(36), 15402–15423. https://doi.org/10.1002/an ie.201915651

Wright, SL, & Kelly, FJ (2017). Plástico y salud humana: ¿Un problema micro? Environmental Science & Technology, 51(12), 6634 – 6647. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

6 EDU4PlastiCircular Desarrollo del Entorno Digital – Herramientas informáticas disponibles para la educación y la certificación

6.1 Componentes del entorno digital EDU4PlastiCircular creado

El consorcio del proyecto (https://microplastics.today/partners/) ha producido una serie de entregables, centrados en el análisis de brechas, el diseño de la metodología de capacitación y los recursos educativos abiertos para definir el programa de capacitación y certificación. Los resultados más importantes del proyecto EDU4PlastiCircular, que definen el entorno digital creado que es visible y accesible para cualquier estudiante, son (Fig. 6.1):

- Página web del proyecto:https://microplastics.today/;
- Entregables del proyecto,https://microplastics.today/project-results/;
- Biblioteca digital,https://microplastics.today/digital-library/(Fig. 6.2);
- plataforma de aprendizaje electrónico,https://elearningproject.eu/courses/edu4plasticircular-educating-for-sustainable-plastic-use-and-circular-economy/;
- Noticias para nuestra comunidad de aprendizaje:https://microplastics.today/news/, a través del boletín informativo,https://microplastics.today/newsletters/y la página de Facebook del proyecto para animar a los alumnos.https://www.facebook.com/Elearningproject.eu/.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.6.1Componentes del entorno digital EDU4PlastiCircular

A continuación, se presentarán todas las herramientas creadas que definen el entorno digital EDU4PlastiCircular.

Página web del proyecto ,https://microplastics.today/

Microplásticos.hoy Esta es la página web oficial del proyecto EDU4PlastiCircular, una iniciativa Erasmus+ financiada por la Comisión Europea.

El sitio funciona como un centro educativo enfocado en la economía circular y la prevención de residuos plásticos y microplásticos en el medio ambiente. Sus características principales incluyen:

- **Recursos educativos** : Alberga un curso en línea y una biblioteca digital que contiene materiales relacionados con la gestión de residuos plásticos y la neutralidad climática. Esta es la zona más poblada de la web dedicada a los resultados del proyecto, https://microplastics.today/project-results/ y la Biblioteca Digital,https://microplastics.today/digital-library/, también.
- **Información del proyecto** En él se describen los objetivos del proyecto EDU4PlastiCircular, que busca brindar educación sobre la prevención de la contaminación por plásticos.

Co-funded by the European Union

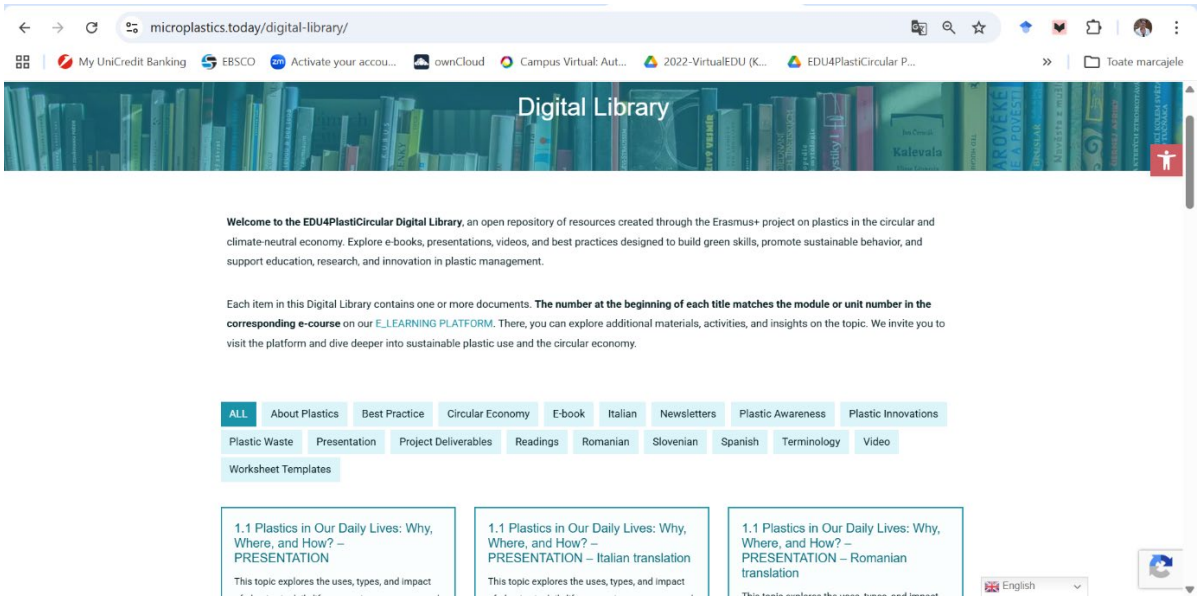
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Red colaborativa** : El sitio representa una asociación entre varias instituciones europeas, incluidas la Universitatea Politehnica Timișoara (Rumania), la Universitat Politècn ica de València (España) y la Universidad de Insubria (Italia), entre otras.

- **Iniciativas pasadas** También mantiene archivos de proyectos anteriores relacionados, como el proyecto MicPlaPROB.

La plataforma está disponible en varios idiomas, entre ellos inglés , italiano, rumano, esloveno y español.

Biblioteca digital ,https://microplastics.today/digital - library/ Es un repositorio de acceso abierto diseñado para apoyar la misión del proyecto EDU4PlastiCircular de promover una economía circular y una gestión sostenible del plástico.



Higo.6.2Biblioteca digital EDU4PlastiCircular

La biblioteca presenta varias características clave, que se describen a continuación (Fig. 6.2):

1. Contenido y formatos -La biblioteca contiene una variedad de recursos educativos y profesionales, entre los que se incluyen:

- **Presentaciones** : Diapositivas visuales que cubren módulos específicos.

- **Lecturas** : Materiales textuales detallados para un estudio más profundo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Guías de terminología** Glosarios para ayudar a los usuarios a comprender el lenguaje técnico relacionado con los plásticos y la ciencia ambiental.
- **Plantillas de hojas de trabajo** Herramientas prácticas para que educadores y estudiantes apliquen los conceptos.
- **Multimedia** El repositorio también incluye libros electrónicos, vídeos y boletines informativos.

2. Estructura organizativa -Los materiales están organizados para alinearse directamente con la plataforma de aprendizaje electrónico del proyecto. Cada elemento está numerado (por ejemplo, "1.1", "1.2") para corresponder con módulos y unidades específicas de los cursos en línea del proyecto.

- **Módulo 1.1** Se centra en los plásticos en la vida cotidiana (usos, tipos e impactos).
- **Módulo 1.2** : Abarca la tipología de los materiales plásticos y las tecnologías de fabricación.
- **Módulos subsiguientes** Explorar con mayor profundidad los procesos de reciclaje, los impactos ambientales y las estrategias de economía circular.

3. Soporte multi lingüe -Como reflejo de la colaboración europea del proyecto, la biblioteca ofrece traducciones para la mayoría de los documentos. Los recursos suelen estar disponibles en inglés, italiano, rumano, esloveno y español.

4. Temas objetivo -Los usuarios pueden filtrar la biblioteca por varias categorías, como por ejemplo:

- **Economía circular** Estrategias para reducir los residuos y mantener los materiales en uso.
- **Concienciación sobre el plástico** : Educar al público sobre los impactos ambientales.
- **Mejores prácticas** Ejemplos reales de gestión exitosa de plásticos.
- **Innovaciones** Nuevas tecnologías y métodos en la industria del plástico.

La biblioteca está concebida como un recurso permanente para desarrollar "habilidades y competencias ecológicas" entre estudiantes, investigadores y profesionales involucrados en la protección del medio ambiente.

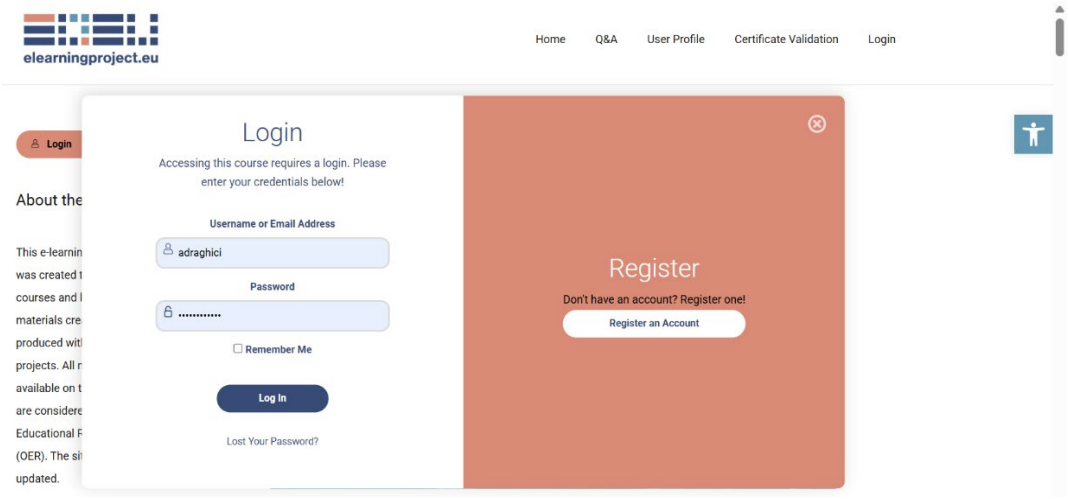
Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La plataforma de aprendizaje electrónico, https://elearningproject.eu/courses/edu 4plasticircular -educating -for -sustainable -plastic -use- and -circular -economy/

La plataforma de aprendizaje electrónico creada para la implementación de Cursos Online Masivos y Abiertos (MOOC) se ha desarrollado (bajo la aplicación Moodle) para alojar cursos online y los Recursos Educativos Abiertos (REA) creados y producidos en el marco de los proyectos Erasmus+ EDU4PlastiCircular. Todos los materiales disponibles en esta plataforma se consideran REA, listos para ser utilizados e integrados en la educación superior (para diferentes cursos, especializaciones, programas, etc., y con distintos grupos de estudiantes). La plataforma de aprendizaje electrónico es actualizada periódicamente por los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular.

Para la mayoría de los cursos, no es necesario registrarse; sin embargo, es necesario registrarse para participar en los foros del curso, obtener certificados de asistencia o recibir insignias de Canvas Open Badges. Estas últimas se pu eden obtener en algunos cursos (Fig. 6.3).



Higo.6.3La página de registro de Longin y

Antes de iniciar el proceso de aprendizaje, se recomienda evaluar los conocimientos previos del potencial alumno y ofrecer le una visión general de los conocimientos que abarca el programa de formación EDU4PlastiCircular mediante una evaluación preliminar con un cuestionario en línea. Este mismo cuestionario se utiliza al finalizar la formación para medir el nivel de conocimie ntos alcanzado e identificar áreas de mejora.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



ANTES de empezar https://surveys.elearningproject.eu/microplastics-solving-expert/

DESPUÉS de completar el programa de capacitación y certificación, https://surveys.elearningproject.eu/microplastics-solving-expert/

Higo.6.4Encuesta "Pon a prueba tus conocimientos" para evaluar el nivel de conocimiento antes y después del curso.

El curso en línea EDU4PlastiCircular, titulado "Educación para el uso sostenible del plástico y la economía circular", es un recurso educativo abierto (REA) desarrollado en el marco del programa Erasmus+ para promover "habilidades verdes" y un comportamiento responsable en relación con los residuos plásticos.

Módulos básicos -El curso está estructurado en cinco módulos completos, cada uno de los cuales contiene varios temas y cuestionarios (Fig. 6.4 y Fig. 6.5):



Higo.6.5Descripción del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular por módulos (estructura de la plataforma de aprendizaje electrónico y la biblioteca digital)

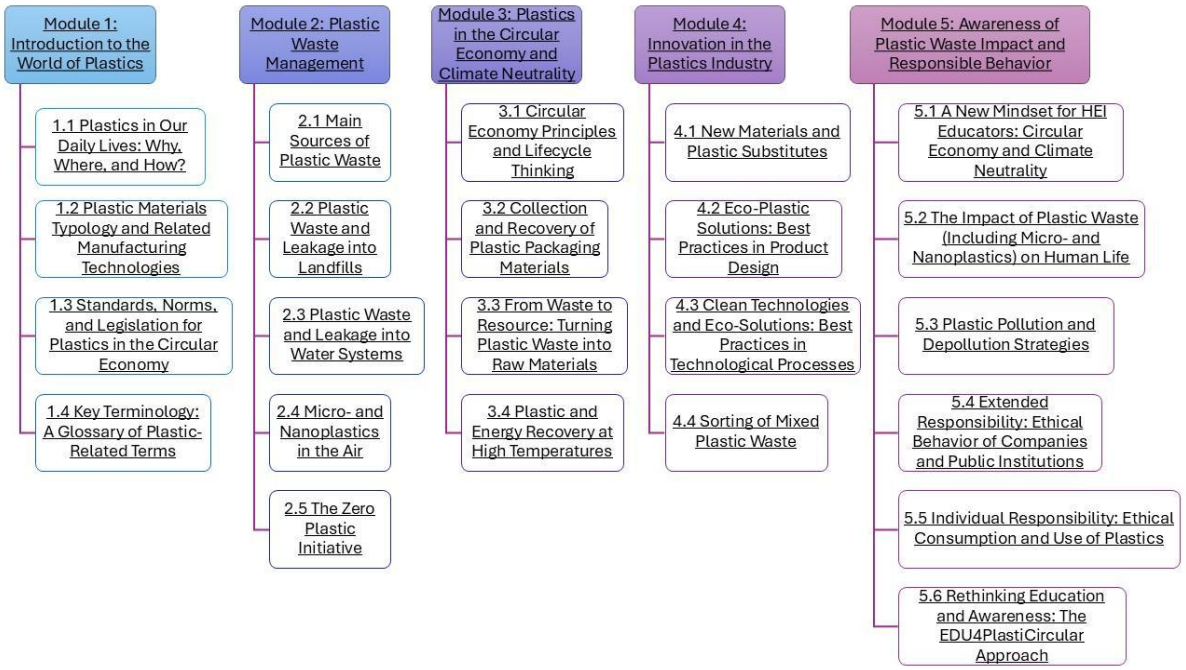
Público objetivo -El curso está diseñado para adultos que desean seguir aprendiendo a lo largo de su vida (de 18 a 65 años), específicamente:

- **Gerentes y empleados** : Para ayudar a que sus procesos organizativos sean más ecológicos.
- **educadores de instituciones de educación superior** : Transmitir conocimientos a los estudiantes.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Estudiantes (Licencia tura, Maestría, Doctorado)** : Específicamente, aquellos en programas de economía, administración e ingeniería.



Higo.6.6Estructura del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular

Las característica s clave de la plataforma de aprendizaje electrónico son:

- **Autoevaluación:** Incluye una encuesta titulada "Comprueba lo que sabes" para evaluar los conocimientos antes y después del curso (Fig. 6.4).
- **Proceso de dar un título:** Si bien no es necesario registrarse para ver los materiales, los usuarios deben registrarse para participar en los foros y obtener un Certificado de Asistencia o Insignias Abiertas de Canvas (Fig. 6.7).
- **Acceso abierto** Todos los materiales se proporcionan bajo una licencia Creative Commons (BY-NC 4.0).
- **Herramientas prácticas:** Incluye "Consejos de estudio inteligentes" e instrucciones descargables para navegar por el curso y "Instrucciones para estudiar el curso" (Fig. 6.7).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.6.7El proceso de reconocimiento de competencias tras la finalización del curso online de EDU4PlastiCircular

El objetivo general es cambiar la perspectiva sobre el plástico, pasando de considerarlo simplemente un contaminante a tratarlo como un material valios o que puede gestionarse mediante prácticas inteligentes, sostenibles y climáticamente neutras.

Noticias para nuestra comunidad de aprendizaje:

a través de la página de noticias https://microplastics.tod ay/news/

a través del boletín informativo, https://microplastics.today/newsletter s/

Las secciones de Noticias y Boletín informativo de la plataforma Microplastics.today sirven como canales de comunicación principales para la comunidad de aprendizaje EDU4PlastiCircular. Estas secciones tienden un puente entre la investigación académica y la conciencia ambiental cotidiana.

1. Sección de Noticias (Últimas Actualizaciones) -El servicio de noticias proporciona actualizaciones en tiempo real sobre los hitos del proyecto, la difusión internacional y los avances científicos (Fig. 6.8). Los temas clave incluyen:

- **Difusión global** Artículos recientes destacan la expansión del proyecto más allá de Europa, como las presentaciones en la Universidad de Eswatini y las colaboraciones con la Universidad Nacional de Mongolia.

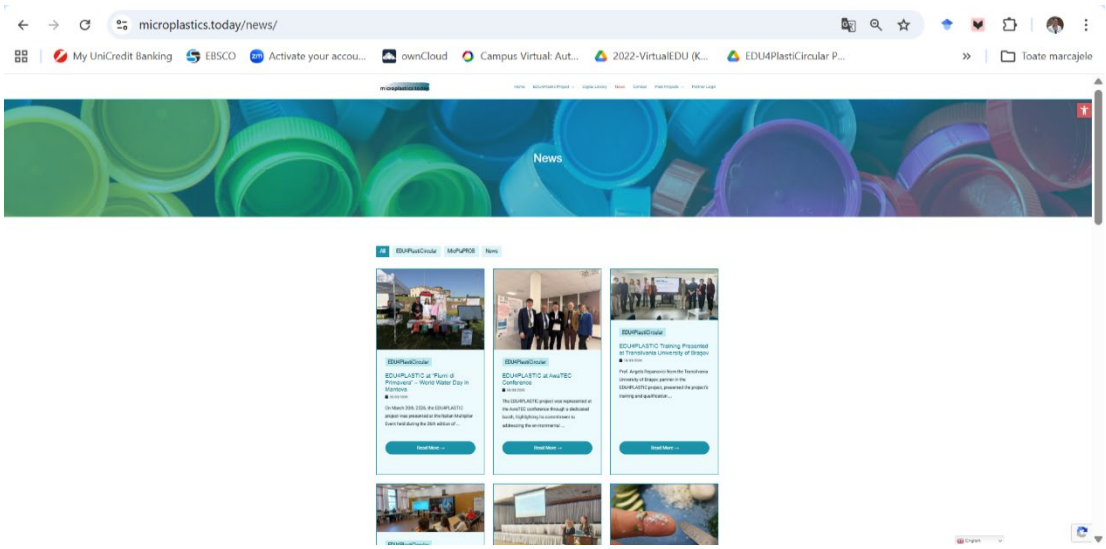
Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Conocimiento científico** El feed incluye artículos educativos sobre fuentes de plástico "ocultas", como los microplásticos en la cocina o el descubrimiento de partículas de plástico en zonas remotas como la Antártida.

- **Colaboración académica** : Realiza un seguimiento de las reuniones entre universidades asociadas (por ejemplo, la UPV en España, la Universidad de Insubria en Italia y la UPT en Rumanía) y las defensas de tesis doctorales que integran la investigación del proyecto.

- **Eventos comunitarios** : Informes sobre ferias de empleo y programas de sensibilización juvenil (como "Plastic Matters") en los que el proyecto ayuda a promover carreras profesionales relacionadas con el medio ambiente.



Higo.6.8La sección de noticias de la página web EDU4PlastiCircular (https://microplastics.today/news/)

2. Los boletines informativos (Hitos del proyecto) -Los boletines informativos sirven como registro formal d el progreso del proyecto y suelen publicarse cada pocos meses (Fig. 6.9). Están diseñados para:

- **Sintetizar resultados** Cada edición recopila los hallazgos de investigación y las herramientas educativas más importantes desarrolladas durante ese período.

- **Anunc iar recursos** Informan a la comunidad sobre las nuevas incorporaciones a la Biblioteca Digital, como libros electrónicos en español o módulos de aprendizaje electrónico actualizados.

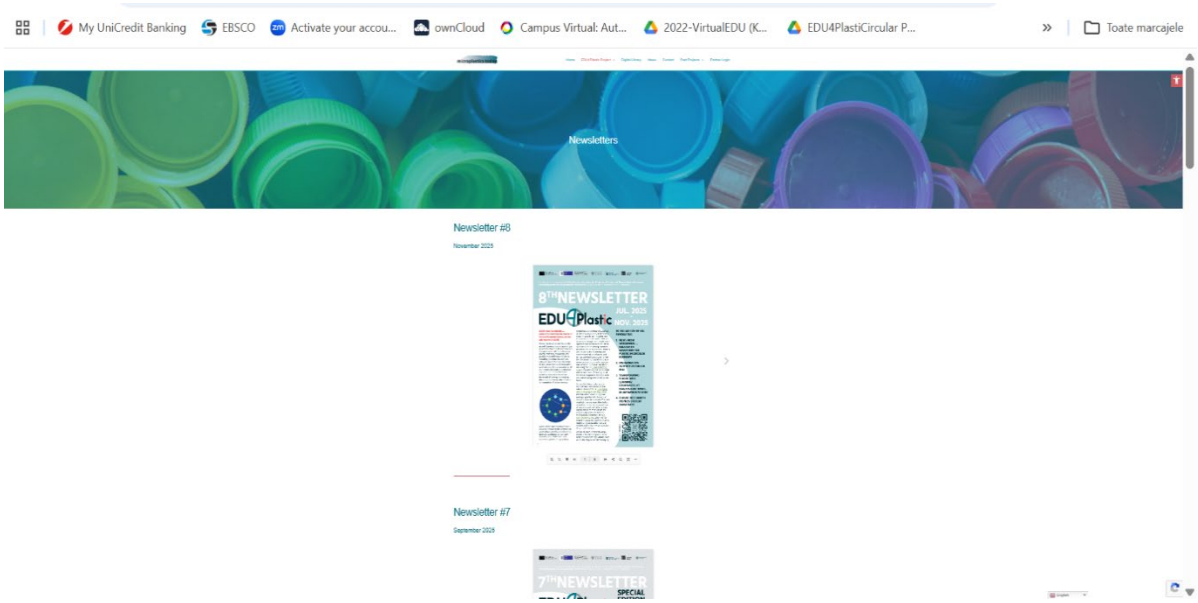
- **Involucrar a los socios** Destacan las actividades de instituciones asociadas específicas, garantizando que todas las partes interesadas (estudiantes,

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

profesores y directivos) estén alineadas con los objetivos de economía circular del proyecto.

En conjunto, estos canales garantizan que la comunidad educativa se mantenga informada so bre el ciclo de vida del plástico, desde el laboratorio y el aula hasta los cambios en las políticas y los hábitos de consumo individuales. Para los estudiantes, seguir estas actualizaciones es fundamental para estar al día con los estándares e innovacione s en constante evolución de la economía circular.



Higo.6.9La página web de los boletines informativos de EDU4PlastiCircular (https://microplastics. today/newsletters/)

Página de Facebook del proyecto para dinamizar a los alumnos. https://www.facebook.com/Elearningproj ect.eu

La página de Facebook de Elearningproject.eu (que aloja el proyecto EDU4PlastiCircular) funciona como una extensión social dinámica de la plataforma de aprendizaje, diseñada específicamente para motivar e involucrar a los estudiantes mediante contenido int eractivo y visual. Las características clave de la página que apoyan a la comunidad EDU4PlastiCircular incluyen (Fig. 6.10):

1. Concursos interactivos y participación estudiantil -La página se utiliza para llevar a cabo actividades de sensibilización que r equieren participación directa. Un ejemplo destacado es el concurso de Facebook "Prevengamos el desperdicio, protejamos nuestro planeta", donde estudiantes (como los de la Universidad Transilvania de Brasov,

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Rumania) crearon anuncios para redes sociales co n el fin de educar al público sobre la contaminación por plásticos. Esto gamifica el proceso de aprendizaje y anima a los estudiantes a aplicar sus habilidades ecológicas en un contexto real de marketing digital.

2. Difusión de resultados y noticias -La página funciona como un tablón de anuncios "en vivo" para el proyecto, donde se comparte:

- **Aspectos destacados del evento** Fotografías y novedades de conferencias internacionales (como MakeLearn o el Simposio sobre Economía Circular) y talleres donde se presentan los resultados del proyecto.
- **Alertas del boletín informativo** : Anuncios de nuevas ediciones del boletín informativo (por ejemplo, la octava edición), para garantizar que los alumnos no se pierdan los hitos clave del proyecto.
- **Noticias sobre colaboració n**: Actualizaciones sobre las reuniones entre socios europeos, que demuestran el alcance internacional de la iniciativa.

3. Fragmentos educativos y sensibilización -Para mantener a los estudiantes motivados entre los módulos formales, la página comparte ideas breves y concisas, como por ejemplo:

- Datos sobre los microplásticos en entornos cotidianos (como cocinas o regiones remotas).
- Consejos para adoptar hábitos sostenibles, como la preparación de comidas sin generar residuos y las comidas para llevar sin utilizar envases de plástico.
- Debates sobre políticas y legislación, haciendo que temas complejos sean más accesibles a través de publicaciones en redes sociales.

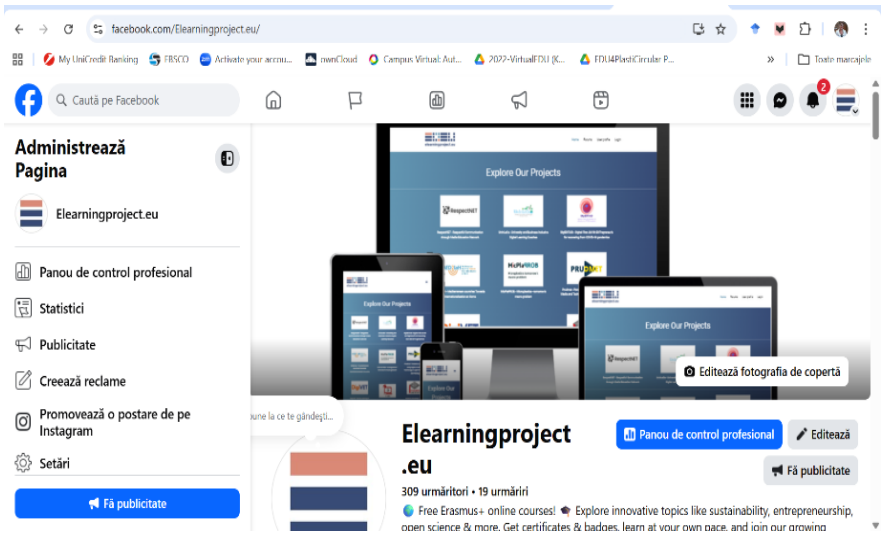
4. Construcción de comunidad -Al seguir esta página, los estudiantes pasan a formar parte de una red europea más amplia. Esto facilita:

- **Redes de contactos** : Conectar a estudiantes, profesores y directivos de instituciones de educación superior de diferentes países (Italia, Eslovenia, Rumanía, España, etc.).

Debate abierto : Proporcionar un espacio para recibir comentarios y debatir sobre experiencias prácticas en la gestión de residuos plásticos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.6.10La página de Facebook que alberga la comunidad del proyecto EDU4PlastiCircular

En resumen, mientras que el Plataforma de aprendizaje electrónico La página de Facebook proporciona la estructura formal, mientras que la página de Facebook proporciona el "pulso" del proyecto, transformando el contenido educativo en un diálogo social que mantiene a los estudiantes motivados y conectados con la causa ambiental.

6.2 Herramientas informáticas y su uso en las lecciones de EDU4PlastiCircular

El proyecto EDU4PlastiCircular tiene como objetivo apoyar a las instituciones de educación superior (IES), docentes, estudiantes, directivos y empleados en el desarrollo de competencias ecológicas relacionadas con la gestión del plástico, los principios de la economía circular, la neutralidad climática y el compo rtamiento sostenible. Dado que la educación depende cada vez más de las tecnologías digitales, es fundamental brindar orientación práctica sobre la selección y el uso de herramientas digitales que puedan mejorar el aprendizaje, la colaboración, la evaluaci ón, la comunicación y la creación de conocimiento.

Este documento presenta una colección de diez herramientas digitales que pueden integrarse eficazmente en las actividades de aprendizaje y las iniciativas de sensibilización de EDU4PlastiCircular. Las herr amientas se seleccionaron en función de su valor educativo, accesibilidad, facilidad de uso, apoyo a metodologías de aprendizaje activo y relevancia para la educación en sostenibilidad. La colección incluye herramientas para la colaboración, el aprendizaje interactivo, la evaluación, la creación de contenido, el apoyo de la inteligencia artificial, la gestión del conocimiento y la comunicación.

El objetivo principal de esta colección es brindar a educadores, formadores y estudiantes ejemplos prácticos de có mo las tecnologías digitales pueden apoyar la implementación

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

de los escenarios y actividades de aprendizaje de EDU4PlastiCircular. La descripción de cada herramienta incluye orientación práctica, aplicaciones educativas, escenarios de implementación paso a paso, ventajas, limitaciones y recomendaciones para su uso eficaz.

Las herramientas presentadas contribuyen al desarrollo simultáneo de competencias digitales y habilidades ecológicas. Mediante su aplicación, los estudiantes pueden participar en la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la colaboración, el pensamiento sistémico, el análisis de la sostenibilidad, las campañas de sensibilización y las actividades de aprendizaje basadas en proyectos. Estas herramientas fomentan enfoques de aprendizaje activo y centrados en el estudiante, que promueven la participación, la reflexión, la creatividad y la resolución de problemas del mundo real.

Esta colección está dirigida a los siguientes grupos objetivo:

- Profesores y formadores de educación superior;
- estudiantes universitarios;
- Directivos y responsables de la toma de decisiones involucrados en iniciativas de sostenibilidad;
- Empleados que participan en programas de formación en sostenibilidad;
- Investigadores y equipos de proyecto que trabajan en temas medioambientales y de economía circular.

Las herramientas seleccionadas pueden utilizarse en entornos de aprendizaje presencial, en línea y semipresencial, y pueden integrarse en sistemas institucionales de gestión del aprendizaje y repositorios abiertos de recursos educativos.

EQUIPOS DIGITALES Y REQUISITOS TÉCNICOS -La implementación exitosa de las actividades de aprendizaje de EDU4PlastiCircular requiere acceso a infraestructura y equipos digitales básicos. Si bien los requisitos exactos dependen de la actividad de aprendizaje y la herramienta digital seleccionadas, se recomienda el siguiente equipo para educadores y estudiantes.

A continuación se presentarán los requisitos técnicos esenciales para los formadores.

1. Equipo esencial

- **Ordenador portátil o de sobremesa** -Un ordenador portátil o de sobremesa es el dispositivo principal para acceder a materiales de aprendizaje, participar en

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

actividades en línea, crear contenido digital, analizar información y colaborar con compañeros. La mayoría de las herramien tas descritas en este manual están diseñadas principalmente para su uso en ordenadores y ofrecen la mejor experiencia de usuario en pantallas grandes.

- **Conexión a Internet** -Es necesario contar con acceso a internet fiable para acceder a materiales de aprendizaje en línea, participar en actividades colaborativas, completar evaluaciones, asistir a reuniones virtuales y utilizar aplicaciones en la nube. Se recomienda internet de banda ancha para actividades de aprendizaje con contenido multimedia.
- **Acceso al Sis tema de Gestión del Aprendizaje (LMS)** -El acceso a un sistema de gestión del aprendizaje como Moodle, LearnDash, Canvas, Blackboard o plataformas similares permite a estudiantes y educadores acceder a los materiales del curso, entregar tareas, completar evaluaciones y hacer un seguimiento del progreso del aprendizaje. Muchas de las herramientas descritas en este manual se pueden integrar directamente en entornos LMS.

2. Equipo recomendado

- **Cámara web** -Una cámara web facilita las reuniones en línea, los seminarios web, las aulas virtuales, las presentaciones y las actividades colaborativas. La comunicación por vídeo puede mejorar la participación, la interacción y la presencia social durante el aprendizaje en línea.
- **Micrófono o auriculares** -Se recomienda el uso de auriculares con micrófono integrado para debates en línea, seminarios web, entrevistas, proyectos colaborativos y actividades de aprendizaje basadas en vídeo. Una buena calidad de audio mejora significativamente la comunicación y la participación de los alumnos.
- **Proyector o pizarra interactiva** -Para el aprendizaje en el aula, un proyector o una pizarra interactiva pueden facilitar las presentaciones, los debates colaborativos, las demostraciones de herramientas digitales y las actividades grupales relacionadas con la sostenibilidad y la economía circular.

3. Equipamiento opcional

- **Smartphone o tableta** -Los dispositivos móviles ofrecen acceso flexible a materiales de aprendizaje, plataformas colaborativas, encuestas y herramientas de comunicación. Si bien la mayoría de las actividades pueden realizarse con computadoras, los teléfonos inteligentes y las tabletas facilitan el aprendizaje móvil, el trabajo de campo, la recopilación de datos y la participación en campañas de sensibilización.

- **Recursos digitales adi cionales** -Dependiendo de la actividad de aprendizaje, los educadores también pueden beneficiarse de:

  - ✔ Cámaras digitales para documentar proyectos de sostenibilidad;

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- ✔ Generadores y escáneres de códigos QR;
- ✔ Servicios de almacenamiento en la nube;
- ✔ Software de grabación y edición de vídeo;
- ✔ Herramientas de diseño gráfico;
- ✔ Espacios de trabajo colaborativos en línea.

El uso de equipos digitales apropiados garantiza que los estudiantes puedan beneficiarse plenamente de los enfoques de aprendizaje innovadores promovidos por el proyecto EDU4PlastiCircular.

A continuación se presenta la relación entre las herramientas informáticas y los módulos de aprendizaje de EDU4PlastiCircular. Las herramientas digitales seleccionadas facilitan la implementación de los cinco módulos de aprendizaje de EDU4PlastiCircular. Cada herramienta puede adaptarse a diferentes contextos educativos y objetivos de aprendizaje, como se muestra en la Tabla 6.1.

Mesa6.1Ejemplos de herramientas digitales adecuadas utilizadas en el módulo circular EDU4Plasti

Módulo circular de plástico EDU4	**Ejemplos de herramientas digitales adecuadas**
Módulo 1: Introducción al mundo del plástico	Mentímetro, Padlet, ChatGPT/Copilot, Telar
Módulo 2: Gestión de residuos plásticos	Encuestas.elearningproject.eu, Padlet, Miró, H5P
Módulo 3: El plástico en la economía circular y la neutralidad climática	Miro, NotebookLM, Canva, H5P, ChatGPT/Copilot
Módulo 4: Innovación en el mundo del plástico	Gamma, Canva, Miro, NotebookLM, ChatGPT/Copilot
Módulo 5: Sensibilizac ión sobre el impacto de los residuos plásticos y comportamiento responsable.	Surveys.elearningproject.eu, Mentimeter, Padlet, Canva, Loom

Estas herramientas admiten una variedad de enfoques pedagógicos, entre los que se incluyen:

- Aprendizaje activo;
- Aprendizaje colaborativo;
- Aprendizaje basado en problemas;
- Aprendizaje basado en proyectos;
- Aprendizaje basado en la indagación;
- Aprendizaje basado en la investigación;

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- Aprendizaje reflexivo;
- Aprendizaje orientado a la sostenibilidad.

Mediante estas herramientas, se anima a los estudiantes a investigar los retos medioambientales, analizar datos de sostenibilidad, colaborar en la búsqueda de soluciones, crear campañas de sensibilización, comunicar resultados y reflexionar sobre su propio comportamiento y responsabilidades. Por lo tanto, esta colección sirve como guía práctica para integrar las tecnologías digitales en la educación para la sostenibilidad y para apoyar el desarrollo de competencias digitales y habilidades ecológicas en el marco del proyecto EDU4PlastiCircular.

6.2.1 Uso de Surveys.elearningproject.eu para la evaluación del aprendizaje y la evaluación de la concienciación.

Nombre de la herramienta: Encuestas.proyecto de aprendizaje electrónico.eu
Enlace: https://surveys.elearningproject.eu/

Categoría principal: Plataforma de encuestas y evaluaciones en línea

Grupo objetivo: Profesores, formadores, investigadores, estudiantes, directivos y empleados.

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Evaluación del aprendizaje, medición de la concienciación, actividades de investigación, evaluación de la formación y garantía de calidad.

Competencias digitales requeridas: Alfabetización en información y datos, comunicación y colaboración, interpretación de datos

Surveys.elearningproject.eu es una plataforma en línea que permite a los usuarios crear, distribuir y analizar encuestas y cuestionarios. Ofrece a educadores e investigadores una forma práctica de recopilar información de estudiantes, partes interesadas y otros grupos objetivo. La plataforma admite diversos formatos de preguntas, incluyendo preguntas de opción múltiple, escalas de valoración, preguntas de clasificación y respuestas abiertas.

En el ámbito educativo, las encuestas se utilizan habitualmente para evaluar conocimientos previos, valorar los resultados del aprendizaje, recabar opiniones y medir cambios en actitudes y comportamientos. En comparación con los cuestionarios tradicionales en papel, las encuestas en línea simplifican la recopilación de datos y permiten analizar los resultados con mayor eficiencia. Las respuestas se almacenan

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

digitalmente y pueden presentarse mediante gráficos e informes que ayudan a los educadores a identificar tendencias y extraer conclusiones.

En el marco del proyecto EDU4PlastiCircular, la plataforma apoya tanto el aprendizaje como la investigación relacionados con la contaminación por plásticos, los principios de la economía circular, la gestión de residuos y el comportamiento sostenible. Perm ite a los docentes recopilar datos sobre la eficacia de las actividades formativas y ayuda a los alumnos a desarrollar habilidades de investigación y análisis.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

La herramienta Surveys.elearning project.eu puede utilizarse a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. Antes de comenzar un módulo, los docentes pueden realizar una encuesta para identificar los conocimientos y actitudes previos de los estudiantes sobre los residuos plásticos, el reci claje o el consumo sostenible. Los resultados ayudan a los educadores a adaptar las actividades de enseñanza a las necesidades de los alumnos.

Tras completar un módulo de aprendizaje, se puede repetir la misma encuesta para evaluar el progreso y medir los cambios en la comprensión. Este enfoque permite tanto a profesores como a alumnos observar cómo se han desarrollado sus conocimientos y comprensión a lo largo del curso.

La plataforma también es idónea para actividades de aprendizaje basadas en proyectos. Los estudiantes pueden diseñar y administrar sus propias encuestas para investigar comportamientos ambientales en sus comunidades. Por ejemplo, pueden analizar con qué frecuencia los ciudadanos separan los residuos, si comprenden los símbolos de reciclaje o la disposición de los consumidores a reducir el uso de plásticos de un solo uso. Estas actividades ayudan a los estudiantes a conectar el conocimiento teórico con los desafíos de la sostenibilidad en el mundo real.

Otra aplicación valiosa es la evaluación de campañas de sensibilización. Los estudiantes pueden medir la conciencia pública antes y después de una campaña ambiental y analizar si sus actividades tuvieron un impacto cuantificable.

Escenario paso a paso par a docentes

Actividad: Medición del nivel de concienciación sobre la contaminación por plásticos

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Objetivo de aprendizaje: Evaluar la comprensión de los estudiantes sobre la contaminación por plásticos y los conceptos de economía circular.

Paso 1: Crea una enc uesta titulada “Evaluación del nivel de concienciación sobre la contaminación por plásticos”.

Paso 2: Incluya preguntas relacionadas con:

- Fuentes de contaminación por plásticos;
- Prácticas de reciclaje;
- Microplásticos;
- Principios de la economía circular;
- Consumo sostenible.

Paso 3: Pida a los estudiantes que completen la encuesta antes de comenzar el módulo de aprendizaje.

Paso 4: Analice los resultados e identifique ideas erróneas comunes o lagunas de conocimiento.

Paso 5: Realizar las actividades de aprendizaje planificadas.

Paso 6: Tras completar el módulo, pida a los estudiantes que vuelvan a completar la encuesta.

Paso 7: Compara los resultados y analiza cómo han cambiado los conocimientos y la concienciación de los estudiantes.

Paso 8: Anime a los alumnos a reflexionar sobre cómo la formación puede influir en su comportamiento futuro.

Ventajas

Surveys.elearningproject.eu fomenta la enseñanza basada en la evidencia al proporcionar información cuantificable sobre los resultados del aprendizaje y los niveles de conocimiento. Simplifica la recopilación y el análisis de datos, facilitando a los educadores la evaluación de la eficacia de la formación. La plataforma es versátil y puede utilizarse para evaluación, investigación, recopilación de comentarios y evaluación de proyectos. Además, anima a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación y análisis, al tiempo que promueve prácticas ecológicas y sin papel.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Desventajas y limitaciones

La calidad de los resultados depende de la calidad del diseño de la encuesta. Las preguntas mal formuladas pueden llevar a conclusiones poco fiables. La participación a veces puede ser baja, sobre todo cuando las encuestas son voluntarias. Además, las encuestas en línea requieren acceso a internet y conocimientos digitales básicos.

Recomendaciones para profesores/formadores

Los docentes deberían usar Surveys.elearningproject.eu no solo como herramienta de evaluación, sino también como herramienta de aprendizaje. Involucrar a los estudiantes en el diseño y análisis de encuestas puede fortalecer el pensamiento crítico, las competencias de investigación y la conciencia sobre la sostenibilidad. Dentro de EDU4PlastiCircular, la plataforma es particularmente útil para medir los resultados del aprendizaje, evaluar las campañas de sensibilización y respaldar enfoques de educación ambiental basados en la evidencia.

6.2.2 Uso de Padlet para el aprendizaje colaborativo sobre sostenibilidad

Nombre de la herramienta: Padlet **Enlace:** https://padlet.com

Categoría principal: Plataforma de aprendizaje colaborativo e intercambio de conocimientos

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Lluvia de ideas, trabajo en proyectos, actividades de reflexión, campañas de sostenibilidad, investigación colaborativa

Competencias digitales requeridas: Comunicación y colaboración, alfabetización informacional, creación de contenido digital

Padlet es una plataforma de colaboración en línea que permite a los usuarios crear tableros digitales compartidos donde los participantes pueden publicar texto, imágenes, videos, documentos, enlaces y comentarios. Funciona como un tablón de anuncios virtual donde se pueden recopilar y organizar ideas y recursos en un solo lugar.

La plataforma resulta especialmente útil en el ámbito educativo, ya que fomenta la participación activa y la colaboración. Los estudiantes pueden contribuir individualmente o trabajar en equipo para crear colecciones de información compartidas, debatir ideas y documentar las actividades de sus proyectos. Las contribuciones aparecen al instante, lo

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

que hace que Padlet sea ideal tanto para el aula como para entornos de aprendizaje en línea.

Dado qu e los temas de sostenibilidad suelen requerir debate, intercambio de experiencias y resolución colaborativa de problemas, Padlet ofrece un entorno accesible y visualmente atractivo para el aprendizaje. Su interfaz sencilla permite a los participantes centr arse en el contenido en lugar de en la tecnología, lo que lo hace adecuado incluso para usuarios con poca experiencia digital.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

Padlet puede apoyar una amplia gama de actividades de aprendizaje dentro del programa EDU4PlastiCircular. Uno de sus usos más efectivos es la lluvia de ideas. Al comienzo de una clase, se puede pedir a los estudiantes que compartan ejemplos de productos de plástico que usan a diario o que identifiquen fuentes de residuo s plásticos en su comunidad. Sus aportaciones crean una visión general que puede servir como punto de partida para el debate.

La plataforma también es útil para recopilar ejemplos de buenas prácticas relacionadas con la economía circular y el consumo soste nible. Los estudiantes pueden subir artículos, fotografías, vídeos o estudios de caso que muestren tecnologías de reciclaje innovadoras, alternativas al plástico o iniciativas medioambientales exitosas. Esta actividad fomenta la investigación y la evaluaci ón crítica de las fuentes de información.

Padlet también puede apoyar el aprendizaje basado en proyectos. Los grupos de estudiantes pueden usar un tablero compartido para recopilar hallazgos de investigación, intercambiar ideas, documentar el progreso y pr esentar resultados. Durante las campañas de sensibilización, los estudiantes pueden publicar carteles, infografías, videos y recomendaciones que promuevan el uso responsable del plástico y la reducción de residuos.

Otra aplicación valiosa es la reflexión. Tras completar un módulo de aprendizaje, los estudiantes pueden publicar comentarios breves describiendo lo que aprendieron, lo que más les sorprendió o las acciones que piensan emprender en el futuro. Estas actividades fomentan la implicación personal con los temas de sostenibilidad y ayudan a reforzar los resultados del aprendizaje.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Identificación de residuos plásticos en el entorno local.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Objetivo de aprendizaje: Identificar las fuentes de residuos plásticos y proponer soluciones basadas en los principios de la economía circular.

Paso 1: Crea un tablero de Padlet titulado “Residuos plásticos en nuestra comunidad”.

Paso 2: Divide el tablero en categorías como hogares, escuelas, espacios públicos, negocios y vías fluviales.

Paso 3: Pida a los estudiantes que suban fotografías o ejemplos de residuos plásticos que hayan observado en su entorno.

Paso 4: Anime a los estudiantes a comentar las observaciones de sus compañeros e identificar patrones comunes.

Paso 5: Analicen los resultados en clase e identifiquen las fuentes más importantes de contaminación por plásticos.

Paso 6: Pida a los estudiantes que propongan soluciones prácticas basadas en la prevención, la reutilización, el reciclaje o la sensibilización.

Paso 7: Resuma la actividad y relacione las soluciones identificadas con los conceptos de Economía Circular que se abordan en el programa EDU4PlastiCircular.

Ventajas

Padlet es fácil de usar y requiere conocimientos técnicos mínimos. Promueve la participación activa, la colaboración y el intercambio de conocimientos, y facilita tanto el aprendizaje presencial como el virtual. La plataforma admite diversos formatos multimedia, lo que hace que el aprendizaje sea más atractivo e interactivo. Su naturaleza visual e stimula la creatividad y ayuda a los estudiantes a organizar la información de forma eficaz.

Desventajas y limitaciones

La versión gratuita incluye ciertas restricciones en cuanto al número de tableros y las funciones disponibles. Los tableros grandes pue den dificultar la navegación cuando muchos participantes contribuyen simultáneamente. Al ser una plataforma en la nube, Padlet requiere acceso a internet y una moderación adecuada para garantizar la calidad y la relevancia de las contribuciones.

Recomenda ciones para docentes

Co-funded by the European Union

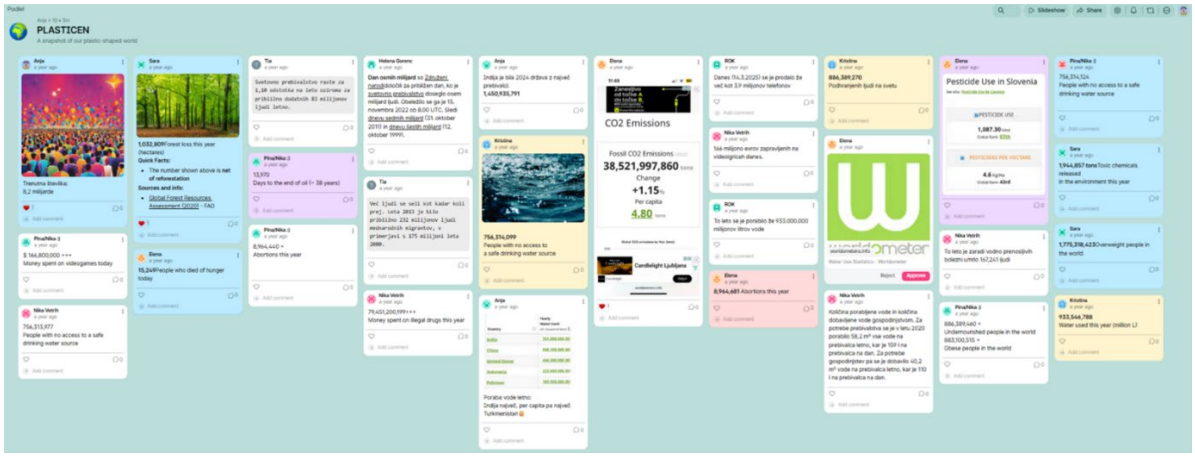
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Padlet resulta más eficaz cuando se utiliza para fomentar la colaboración, el debate y la reflexión, en lugar de simplemente compartir información. Para las lecciones de EDU4PlastiCircular, es especialmente valioso para actividades de lluvia de ideas, trabajo en proyectos, campañas de concienciación y documentación de observaciones ambientales. Las instrucciones claras y las tareas bien definidas ayudan a maximizar la participación de los estudiantes y a garantizar resultados de aprendizaje significativos.

Casos prácticos de los talleres de EDU4PlastiCircular

CASO 1: Cómo aparece el plástico en la vida cotidiana

Los estudiantes buscaron en internet ejemplos de la presencia del plástico en la vida cotidiana y publicaron breves notas en el tablero compartido de Padlet. El objetivo era que reconocieran la gran influencia que el plástico ejerce en los estilos de vida modernos y en las decisiones personales. Sus publicaciones propiciaron debates sobre la comodidad, la estética y el impacto ambiental. Esta actividad se relaciona estrechamente con los temas del curso sobre patrones de consumo y concienciación sobre la sostenibilidad.



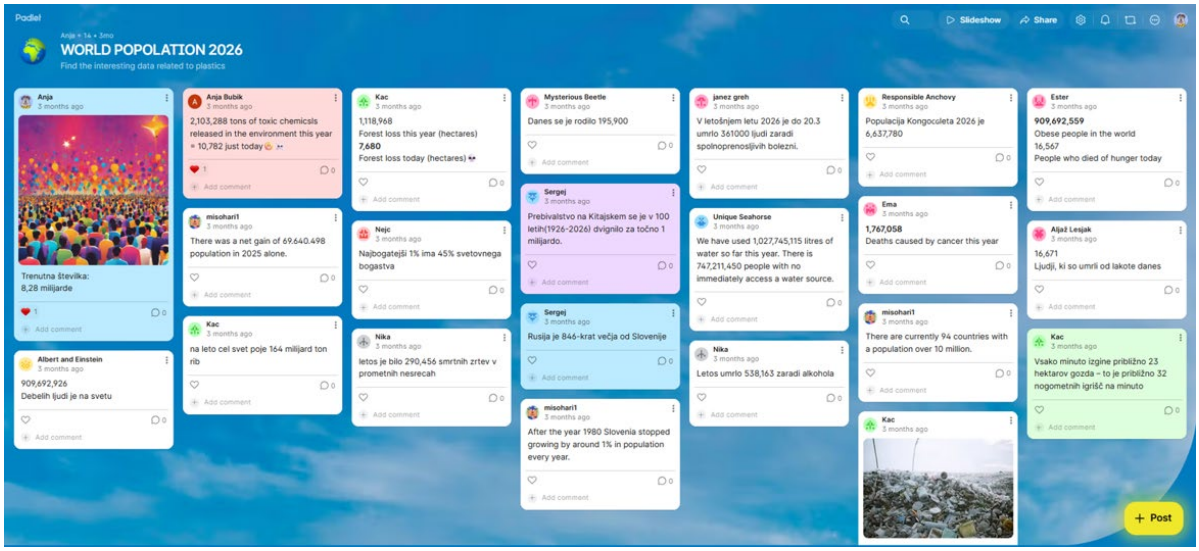
CASO 2: Comprender los factores globales que impulsan el uso del plástico

Los estudiantes consultaron tendencias demográficas, datos de crecimiento poblacional y diferencias regionales, y luego añadieron sus hallazgos al tablero compartido de Padlet. No buscaron datos sobre el plástico; el enfoque estaba en las personas, mostrando cómo el crecimiento de la población mundial impulsa la producción y el uso de plástico. Sus contribuciones ilustraron cómo el aumento de la población intensifica la presión sobre los recursos y contribuye a la dependencia actual del plástico en el mundo. Esta actividad

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

complementa el conte nido del curso sobre sostenibilidad global, gestión de recursos y transición a la economía circular.



6.2.3 Uso de Miro para el pensamiento sistémico y el mapeo de la economía circular

Nombre de la herramienta: Miró **Enlace:** https://miro.com

Categoría principal: Plataforma de pizarra colaborativa en línea y colaboración visual.

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, equipos de proyecto

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Pensamiento sistémico, análisis de partes interesadas, mapeo de procesos, aprendizaje basado en proyectos, diseño de economía circular, resolución colaborativa de problemas.

Competencias digitales requeridas: Comunicación y colaboración, creación de contenido digital, resolución de problemas, pensamiento crítico.

Miro es una plataforma de pizarra digital colaborativa en línea que permite a los usuarios trabajar juntos en un espacio digital compartido. Los participantes pueden añadir texto, notas adhesivas, diagramas, imágenes, documentos, vídeos y enlaces mientras colaboran en tiempo real. A diferencia del software tradicional de presentaciones o edición de documentos, Miro está diseñado específicamente par a fomentar la lluvia de ideas, el pensamiento visual, la planificación y el trabajo en equipo.

La plataforma ofrece una amplia gama de plantillas para mapas mentales, diagramas de flujo, mapas de partes interesadas, diagramas de procesos, planificación de proyectos y actividades de pensamiento de diseño. Esto la hace especialmente adecuada para actividades educativas que requieren que los estudiantes analicen las relaciones entre

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

diferentes conceptos, organicen la información visualmente y desarrollen soluc iones colaborativas a problemas complejos.

Muchos desafíos de sostenibilidad, como la contaminación por plásticos y la gestión de residuos, implican factores ambientales, sociales, económicos y tecnológicos interconectados. Miro ayuda a los estudiantes a v isualizar estas conexiones y a comprender mejor cómo interactúan los diferentes elementos dentro de un sistema más amplio. Al fomentar la participación activa y la construcción colaborativa del conocimiento, la plataforma apoya el aprendizaje centrado en e l estudiante y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

Miro es especialmente valioso para enseñar conceptos relacionados con la economía circular y la sostenibilidad, ya que fomen ta el pensamiento sistémico. Los estudiantes pueden usar la plataforma para visualizar el ciclo de vida completo de los productos plásticos, desde la extracción de materia prima y la producción hasta el consumo, la generación de residuos, el reciclaje y la recuperación. Estas actividades ayudan a los estudiantes a comprender cómo las decisiones tomadas en una etapa influyen en los resultados a lo largo de todo el sistema.

La plataforma también resulta muy eficaz para el análisis de las partes interesadas. L os estudiantes pueden identificar y representar gráficamente las relaciones entre fabricantes, consumidores, empresas de gestión de residuos, responsables políticos, organizaciones medioambientales y otros actores involucrados en los sistemas de gestión de plásticos. Esta actividad ayuda a los estudiantes a comprender que abordar la contaminación por plásticos requiere la cooperación de múltiples partes interesadas.

Otra aplicación útil es la generación de ideas para soluciones a los desafíos ambientales. Los grupos de estudiantes pueden colaborar para generar ideas que permitan reducir los residuos plásticos, mejorar las tasas de reciclaje, promover el consumo sostenible o diseñar modelos de negocio circulares. La naturaleza visual de Miro facilita la organ ización de ideas, la identificación de patrones y la evaluación de soluciones alternativas.

Miro también puede funcionar como un espacio de trabajo para proyectos donde los estudiantes recopilan información, documentan los resultados de sus investigaciones y organizan las actividades del proyecto a lo largo del curso. Esto fomenta el aprendizaje colaborativo y ayuda a los equipos a mantener una visión general de proyectos complejos de sostenibilidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Mapeo del ciclo de vida del plástico

Objetivo de aprendizaje: Comprender el ciclo de vida de los productos plásticos e identificar oportunidades para intervenciones de economía circular.

Paso 1: Crea un tablero de Miro titulado “Ciclo de vida de un producto de plásti co”.

Paso 2: Divide el tablero en etapas:

- Extracción de materia prima;
- Fabricación;
- Distribución;
- Consumo;
- generación de residuos;
- Reciclaje y recuperación.

Paso 3: Pida a los estudiantes que trabajen en grupos y añadan información sobre cada etapa utilizando notas adhesivas, imágenes y diagramas.

Paso 4: Anime a los estudiantes a identificar los impactos ambientales asociados con cada etapa.

Paso 5: Pida a los alumnos que propongan soluciones de economía circular que puedan reducir los residuos y el consumo de recursos.

Paso 6: Facilitar un debate en el que se comparen las soluciones propuestas y su posible eficacia.

Paso 7: Resuma la actividad destacando la importancia del pensamiento del ciclo de vida en la gestión sostenible del plástico.

Ventajas

Miro fomenta la participación activa, la creatividad y la resolución colaborativa de problemas. Su enfoque visual ayuda a los estudiantes a comprender sistemas y relaciones complejos con mayor eficacia que las actividades basadas únicamente en texto. La plataforma ofrece numerosas plantillas que simplifican la planificación y el análisis, mientras que la colaboración en tiempo real permite a los estudiantes trabajar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

juntos independientemente de su ubicación física. Miro resulta especialmente útil para el aprendi zaje basado en proyectos, el pensamiento de diseño y los desafíos relacionados con la sostenibilidad que requieren un análisis a nivel de sistema.

Desventajas y limitaciones

La plataforma puede parecer compleja al principio para los usuarios que no estén familiarizados con las herramientas de colaboración visual. Los tableros grandes pueden saturarse y dificultar la navegación si las actividades no están bien estructuradas. Algunas funciones avanzadas solo están disponibles mediante suscripciones de pago y se requiere una conexión a internet estable para una colaboración eficaz.

Recomendaciones para docentes

Los docentes deberían usar Miro cuando los objetivos de aprendizaje impliquen análisis, colaboración y resolución de problemas. Para las lecciones de EDU4PlastiCircular, la plataforma es especialmente valiosa para mapear sistemas, analizar las relaciones entre las partes interesadas, visualizar los ciclos de vida del plástico y diseñar soluciones de economía circular. Proporcionar instrucciones y planti llas claras puede ayudar a los estudiantes a centrarse en los objetivos de aprendizaje y aprovechar al máximo las capacidades colaborativas de la plataforma.

6.2.4 Uso de Canva para campañas de comunicación y sensibilización sobre sostenibilidad

Nombre de la herramienta: Canva **Enlace:** https://www.canva.com

Categoría principal: Plataforma de diseño gráfico y comunicación visual

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, investigadores

Área de aplicación circu lar de EDU4Plasti: Campañas de sensibilización, infografías, materiales educativos, presentaciones, comunicación sobre sostenibilidad, narración digital.

Competencias digitales requeridas: Creación de contenido digital, comunicación y colaboración, creativid ad, alfabetización visual.

Canva es una plataforma de diseño gráfico en línea que permite a los usuarios crear materiales visuales de aspecto profesional sin necesidad de conocimientos avanzados de diseño. Mediante una interfaz intuitiva de arrastrar y sol tar, los usuarios pueden diseñar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

presentaciones, carteles, infografías, informes, contenido para redes sociales, vídeos, certificados y otros recursos educativos. La plataforma ofrece miles de plantillas, iconos, ilustraciones, fotografías y elementos de d iseño que se pueden personalizar según los objetivos de aprendizaje específicos.

En entornos educativos, Canva ayuda a docentes y estudiantes a comunicar información de forma visualmente atractiva y dinámica. La comunicación visual es especialmente importa nte al abordar temas complejos como la sostenibilidad, el cambio climático, la economía circular y la contaminación por plásticos, donde los diagramas, las ilustraciones y las infografías suelen facilitar la comprensión de la información en comparación con el texto solo.

Canva también facilita el trabajo colaborativo, permitiendo que varios usuarios contribuyan a un mismo proyecto. Esto la hace ideal para trabajos en grupo, actividades de aprendizaje basadas en proyectos y campañas de concienciación. Al com binar la creatividad con la alfabetización digital, la plataforma ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades comunicativas cada vez más importantes tanto en el ámbito académico como en el profesional.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU 4PlastiCircular

Canva ofrece numerosas oportunidades para fomentar la educación en sostenibilidad y la concienciación ambiental. Una de sus aplicaciones más comunes es la creación de infografías que presentan información sobre la producción de plástico, la s tasas de reciclaje, los procesos de gestión de residuos o el impacto ambiental de la contaminación plástica. Al transformar datos complejos en formatos visuales, los estudiantes aprenden a comunicar información científica de forma eficaz.

La plataforma t ambién es ideal para campañas de sensibilización. Los estudiantes pueden diseñar carteles, gráficos para redes sociales, folletos y banners digitales que promuevan el uso responsable del plástico, el reciclaje, la reducción de residuos y los principios de la economía circular. Estas actividades animan a los alumnos a reflexionar no solo sobre los desafíos ambientales, sino también sobre cómo comunicar mensajes de sostenibilidad a diferentes públicos.

Otra aplicación útil es el desarrollo de presentaciones e ducativas y materiales didácticos. Los docentes pueden crear recursos visualmente atractivos para usar en el aula, mientras que los estudiantes pueden presentar los resultados de sus proyectos con diseños de aspecto profesional. Canva también permite crear narraciones digitales, donde los estudiantes crean historias visuales que ilustran el ciclo de vida de los productos

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

plásticos, el recorrido de los residuos a través de los sistemas de reciclaje o ejemplos de soluciones innovadoras de economía circular.

A través de estas actividades, los estudiantes desarrollan tanto conocimientos sobre sostenibilidad como competencias comunicativas, esenciales para promover la responsabilidad ambiental en la sociedad.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Diseño de una campaña de sensibilización sobre la reducción del plástico.

Objetivo de aprendizaje: Desarrollar habilidades comunicativas al tiempo que se promueve un comportamiento sostenible y la reducción de residuos plásticos.

Paso 1: Introduzca el tema de los plásticos de un solo uso y sus impactos ambientales.

Paso 2: Divide a los estudiantes en grupos pequeños y asigna a cada grupo un público objetivo, como estudiantes, hogares, consumidores o empresas locales.

Paso 3: Pida a cada grupo que diseñe una campaña de concienciación utilizando Canva.

Paso 4: Los estudiantes crean carteles, gráficos para redes sociales o infografías que contienen mensajes clave y recomendaciones prácticas.

Paso 5: Anime a los estudiantes a utilizar fuentes fiables e incluya estadísticas relevantes o evidencia visual.

Paso 6: Organice una sesión de presentación donde los grupos expliquen sus estrategias de comunicación.

Paso 7: Analicen qué campañas tienen más probabil idades de ser efectivas y por qué.

Paso 8: Si es posible, publique los materiales seleccionados a través de los canales de comunicación de la escuela o del proyecto.

Ventajas

Canva es fácil de usar y accesible incluso para usuarios con poca experiencia en diseño. Su amplia colección de plantillas y recursos de diseño permite a los estudiantes crear materiales visuales de alta calidad de forma rápida y eficiente. La plataforma fomenta la colaboración, promueve la creatividad y ayuda a los estudiantes a desar rollar importantes habilidades comunicativas. Resulta especialmente valiosa para la educación

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

en sostenibilidad, ya que los mensajes ambientales suelen beneficiarse de una presentación visual impactante y una narrativa efectiva.

Desventajas y limitaciones

Algunas funciones avanzadas, plantillas y recursos multimedia solo están disponibles mediante suscripción de pago. En ocasiones, los estudiantes pueden centrarse más en el diseño que en la calidad del contenido, por lo que necesitan la orientación adecuad a de sus profesores. Al ser una plataforma en línea, Canva también requiere una conexión a internet estable para la mayoría de sus funciones.

Recomendaciones para docentes

Canva resulta más eficaz para ayudar a los estudiantes a comunicar conceptos de sostenibilidad y soluciones ambientales. En EDU4PlastiCircular, es especialmente útil para crear campañas de sensibilización, infografías, materiales educativos y presentaciones de proyectos. Los docentes deben animar a los alumnos a combinar un diseño atract ivo con información precisa y mensajes ambientales basados en evidencia.

6.2.5 Uso de Gamma para el desarrollo de presentaciones con soporte de IA

Nombre de la herramienta: Gama **Enlace:** https://gamma.app

Categoría pr incipal: Plataforma de creación de contenido y presentaciones impulsada por IA

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, investigadores

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Desarrollo de presentaciones, creación de contenido educativo, difusi ón de proyectos, comunicación sobre sostenibilidad, aprendizaje colaborativo.

Competencias digitales requeridas: Creación de contenido digital, comunicación y colaboración, alfabetización informacional, alfabetización en IA.

Gamma es una plataforma con inte ligencia artificial que ayuda a los usuarios a crear presentaciones, documentos y contenido web de forma rápida y eficiente. A diferencia del software de presentaciones tradicional, donde los usuarios diseñan manualmente las diapositivas y organizan el con tenido, Gamma utiliza inteligencia artificial para generar presentaciones estructuradas basadas en un tema, una consigna o una breve descripción proporcionada por el usuario.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La plataforma propone automáticamente estructuras de contenido, diseños, elemento s visuales y formato, lo que reduce significativamente el tiempo necesario para preparar materiales educativos. Los usuarios pueden editar, ampliar o personalizar el contenido generado para adaptarlo a objetivos de aprendizaje y audiencias específicas. Gam ma también permite integrar imágenes, vídeos, gráficos, hipervínculos y elementos interactivos, lo que hace que las presentaciones sean más atractivas visualmente.

Para educadores y estudiantes, Gamma ofrece la oportunidad de centrarse más en el contenido y los resultados del aprendizaje, en lugar de dedicar demasiado tiempo al diseño de presentaciones. Al mismo tiempo, la plataforma proporciona una excelente introducción al uso responsable de la inteligencia artificial en la educación, ayudando a los estud iantes a comprender tanto el potencial como las limitaciones de la creación de contenido asistida por IA.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

Gamma puede apoyar diversas actividades educativas dentro del programa EDU4PlastiCircular. Los docentes pueden usar la plataforma para preparar rápidamente presentaciones que introduzcan conceptos como la contaminación por plásticos, los principios de la economía circular, las tecnologías de reciclaje o las prácticas climáticamente neutras. La estructura generada por IA puede servir como punto de partida que los educadores adaptan y enriquecen con ejemplos específicos del proyecto y estudios de caso locales.

Los estudiantes también pueden usar Gamma durante actividades de aprendizaje basadas en proyectos. Por ejemplo, los grupos que investigan sistemas de gestión de residuos plásticos pueden generar borradores de presentaciones que resuman sus hallazgos y lueg o mejorarlos mediante investigación adicional y análisis crítico. Este enfoque permite a los estudiantes centrarse en evaluar la información y desarrollar argumentos, en lugar de dedicar demasiado tiempo al diseño de las diapositivas.

La plataforma resulta especialmente útil para preparar campañas de sensibilización o presentar soluciones de sostenibilidad. Los estudiantes pueden crear presentaciones visualmente atractivas que expliquen los desafíos ambientales, las intervenciones propu estas o las iniciativas innovadoras de economía circular. Estas actividades fortalecen las habilidades comunicativas y animan a los alumnos a presentar temas complejos de sostenibilidad de forma accesible.

Gamma también facilita el trabajo colaborativo, pe rmitiendo que los miembros del equipo contribuyan a la misma presentación y perfeccionen el contenido conjuntamente.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Esto fomenta la participación activa y la responsabilidad compartida por los resultados del proyecto.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Presentación de soluciones de economía circular

Objetivo de aprendizaje: Desarrollar habilidades de comunicación y presentar soluciones innovadoras para reducir los residuos plásticos.

Paso 1: Divide a los estudiantes en grupos y asigna a cada gru po un reto de sostenibilidad relacionado con la contaminación por plásticos.

Paso 2: Pida a los estudiantes que investiguen el tema e identifiquen posibles soluciones.

Paso 3: Los estudiantes introducen una breve descripción de su tema en Gamma.

Paso 4: Gamma genera una estructura de presentación con secciones y diseños visuales sugeridos.

Paso 5: Los estudiantes revisan, verifican y mejoran el contenido generado utilizando fuentes fiables.

Paso 6: Anime a los estudiantes a añadir hallazgos del proyecto, ejemplo s, imágenes y pruebas que los respalden.

Paso 7: Los grupos presentan sus soluciones a la clase.

Paso 8: Facilitar un debate sobre las soluciones propuestas y el papel de la IA en el apoyo a la creación de contenido.

Ventajas

Gamma reduce significativamente el tiempo necesario para crear presentaciones y materiales educativos. Sus funciones con inteligencia artificial ayudan a los usuarios a organizar la información de forma eficaz y a obtener resultados de aspecto profesional sin necesidad de conocimientos avanzados de diseño. La plataforma fomenta la creatividad, apoya la colaboración y permite a los estudiantes centrarse más en la calidad del contenido que en el formato técnico. Además, puede ayudarles a familiarizarse con las tecnologías emergentes de IA y sus aplicaciones en el ámbito educativo y profesional.

Desventajas y limitaciones

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

El contenido generado por IA no siempre es preciso y debe revisarse cuidadosamente antes de su uso. Los usuarios pueden volverse demasiado dependientes de los materiales g enerados automáticamente y prestar menos atención al análisis crítico y la investigación independiente. Algunas funciones avanzadas requieren suscripciones de pago y se necesita una conexión a internet fiable para su correcto funcionamiento.

Recomendacion es para docentes

Gamma debe utilizarse como herramienta de apoyo, no como sustituto del pensamiento crítico ni del aprendizaje autónomo. En el marco de EDU4PlastiCircular, resulta especialmente valiosa para la preparación de presentaciones, campañas de sensibilización e informes de proyectos. Los docentes deben animar a los estudiantes a verificar la información generada por la IA, utilizar fuentes fiables y considerar la plataforma como punto de partida para una exploración más profunda de los temas de sostenibilidad.

6.2.6 Uso de NotebookLM para la investigación y la gestión del conocimiento

Nombre de la herramienta: NotebookLM **Enlace:** https://notebooklm.google.com

Categoría principal: Herramienta de investigación y gestión del conocimiento impulsada por IA

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, investigadores

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Revisión bibliográfica, análisis documental, proyectos de investigación, gestión del conocimiento, estudios de sostenibilidad, apoyo al aprendizaje

Competencias digitales requeridas: Alfabetización informacional y de datos, pensamiento crítico, alfabetizaci ón en IA, creación de contenido digital

NotebookLM es un asistente de investigación y aprendizaje impulsado por inteligencia artificial, desarrollado por Google. A diferencia de los chatbots de IA convencionales que generan respuestas a partir de informaci ón de internet, NotebookLM funciona principalmente con documentos y recursos subidos por el usuario. Estos pueden incluir informes, artículos de investigación, documentos de proyectos, documentos de políticas, presentaciones y materiales educativos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La pla taforma analiza el contenido subido y ayuda a los usuarios a explorar, resumir, organizar y comprender la información de forma más eficiente. Los usuarios pueden formular preguntas sobre los materiales subidos, solicitar resúmenes, identificar conceptos cl ave, comparar ideas y generar notas de estudio. Dado que las respuestas se basan en fuentes seleccionadas, NotebookLM ayuda a los estudiantes a centrarse en documentos específicos en lugar de buscar entre grandes cantidades de información en línea.

Para ed ucadores y estudiantes que trabajan con temas complejos de sostenibilidad, NotebookLM simplifica significativamente el análisis de informes, publicaciones científicas y documentos de políticas. Fomenta el aprendizaje autónomo y ayuda a los usuarios a naveg ar con mayor eficacia por grandes conjuntos de información. Asimismo, promueve la evaluación crítica de las fuentes y el uso responsable de la inteligencia artificial en entornos educativos.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

El programa EDU4PlastiCircular abarca una amplia gama de temas relacionados con la contaminación por plásticos, la economía circular, la neutralidad climática y el desarrollo sostenible. Muchos de estos temas incluyen informes científicos, documentos de pol íticas, artículos de investigación y publicaciones técnicas que pueden resultar difíciles de analizar de forma independiente. NotebookLM puede ayudar a los estudiantes a trabajar con estos materiales de manera más eficaz.

Por ejemplo, los profesores pueden subir materiales de proyectos, documentos de política de la Unión Europea, estudios científicos sobre microplásticos o informes relacionados con la gestión de residuos plásticos. Los alumnos pueden usar NotebookLM para explorar el contenido, identificar l os mensajes clave y comprender mejor conceptos complejos. Esto permite que los estudiantes se centren en la comprensión y la interpretación, en lugar de dedicar demasiado tiempo a buscar información.

La plataforma también resulta útil para el aprendizaje b asado en proyectos. Los grupos de estudiantes que investigan tecnologías de reciclaje, iniciativas de economía circular o contaminación por plásticos pueden subir los recursos recopilados a un cuaderno compartido. Posteriormente, pueden usar la herramienta para comparar hallazgos, identificar temas comunes y preparar resúmenes para informes o presentaciones de proyectos.

Otra aplicación valiosa es el apoyo a las revisiones bibliográficas. A los estudiantes a menudo les resulta difícil sintetizar información de múltiples fuentes. NotebookLM puede

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

ayudar a organizar ideas y resaltar las relaciones entre documentos, facilitando así la elaboración de argumentos y conclusiones basados en evidencia.

Al facilitar el análisis eficiente de documentos, la plataforma ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación al tiempo que refuerza su comprensión de los desafíos de la sostenibilidad.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Análisis de un informe sobre la contaminación por plásticos

Objetivo de aprendizaje: Desarrollar habilidades para analizar e interpretar documentos relacionados con la sostenibilidad.

Paso 1: Seleccione un informe o artículo científico relacionado con la contaminación por plásticos, el reciclaje o la economía circular.

Paso 2: Sube el documento a NotebookLM.

Paso 3: Presente a los estudiantes el tema principal y explique el propósito de la actividad.

Paso 4: Pida a los estudiantes que utilicen NotebookLM para generar un resumen del documento.

Paso 5: Anime a los alumnos a formular preguntas sobre los conceptos clave, las conclusiones y las recomendaciones presentadas en el informe.

Paso 6: Los estudiantes comparan las respuestas de NotebookLM con el documento original para verificar su exactitud.

Paso 7: Organicen un debate sobre las implicaciones del informe para la gestión sostenible del plástico.

Paso 8: Pida a los estudiantes que preparen una breve reflexión o presentación basada en sus hallazgos.

Ventajas

NotebookLM ayuda a los estudiantes a trabajar de forma más eficiente con grandes cantidades de información y documentos complejos. Al proporcionar respuestas basadas en fuentes, fomenta la interacción con materiales seleccionados en lugar de depender de búsquedas generales en internet. La plataforma apoya las actividades de investigación, mejora la organización de la información y ayuda a los estudiantes a

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

identificar conceptos clave con mayor rapidez. Además, introduce a los estudiantes en prácticas responsables de aprendizaje asistido por IA y gestión del conocimiento.

Desventajas y limitaciones

La calidad de las respuestas depende totalmente de la calidad de las fuentes cargadas. La plataforma puede, en ocasiones, generar interpretaciones incompletas o pasar por alto detalles importantes, lo que obliga a los usuarios a consultar los documentos originales. Por lo tanto, los estudiantes deben usar NotebookLM como una herramienta de apoyo, no como un sustituto de la lectura y el análisis crítico. También se requiere una conexión a internet fiable.

Recomendaciones para docentes

NotebookLM resulta especialmente útil para actividades de investigación, análisis documental y síntesis de conocimiento. Dentro de EDU4PlastiCircular, puede ayudar a los estudiantes a analizar publicaciones científicas, documentos de políticas, materiales de proyectos e informes de sostenibilidad de forma más eficaz. Los docentes deben animar a los alumnos a verificar los resúmenes generados por IA y a utilizar la plataforma como herramienta para profundizar en el análisis de las fuentes, en lugar de como sustituto del aprendizaje independiente.

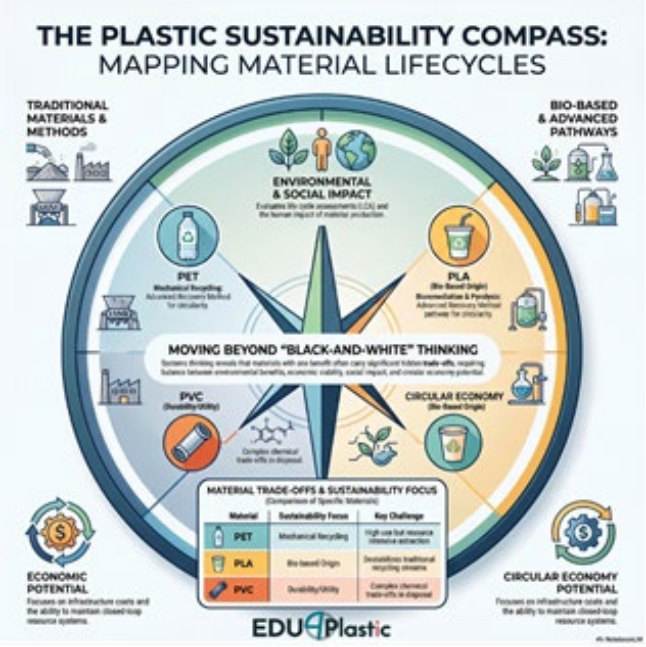
Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Casos prácticos de los talleres de EDU4PlastiCircular

CASO 1: Mapeo de ciclos de vida con Sustainability Compass

Se proporcionaron a los estudiantes tarjetas informativas específicas que detallaban materi ales plásticos concretos (como PET, PLA y PVC) o métodos de reciclaje (como el reciclaje mecánico, la pirólisis y la biorremediación) para que los evaluaran mediante una hoja de trabajo denominada "Brújula de la Sostenibilidad". El objetivo era analizar críticamente estas vías desde las perspectivas ambiental, social, económica y de la Economía Circular. Los análisis grupales resultantes pusieron de manifiesto complejas disyuntivas, como los beneficios ambientales del PLA de origen biológico frente a su pro pensión a contaminar los flujos de reciclaje mecánico tradicionales debido a las limitaciones de infraestructura. Esta actividad se relaciona directamente con los módulos del curso sobre análisis del ciclo de vida (ACV), diseño sostenible y potencial de la Economía Circular. Además, ayuda a los estudiantes a superar el pensamiento dicotómico al comprender que no existen materiales "perfectos", fomentando así habilidades de resolución de problemas sistémicas y matizadas.



Higo.6.11Ejemplo A de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España)

CASO 2: Análisis de la fragmentación de políticas a múltiples niveles

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Los estudiantes elaboraron mapas y compararon las regulaciones sobre plásticos y microplásticos en cinco niveles jurisdiccionales distintos, que abarcan desde las directrices internacionales no vinculantes de las Naciones Unidas hasta las directivas de la Unión Europea, los esquemas nacionales de responsabilidad exte ndida del productor (REP) y las prohibiciones subnacionales/estatales. El objetivo era evaluar por qué la implementación y el cumplimiento de las políticas varían tanto entre las regiones geográficas. Los hallazgos de los estudiantes revelaron un panorama normativo muy fragmentado, que pone de manifiesto la marcada falta de métricas armonizadas, protocolos estandarizados y coordinación transfronteriza. Esta actividad se vincula directamente con el contenido del curso sobre marcos de políticas ambientales, gobernanza de la gestión de residuos y barreras regulatorias para una economía circular. Ayuda a los estudiantes a comprender los desafíos institucionales que supone ampliar los modelos de negocio circulares a nivel mundial sin una infraestructura legal uni ficada.



Higo.6.12Ejemplo B de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España)

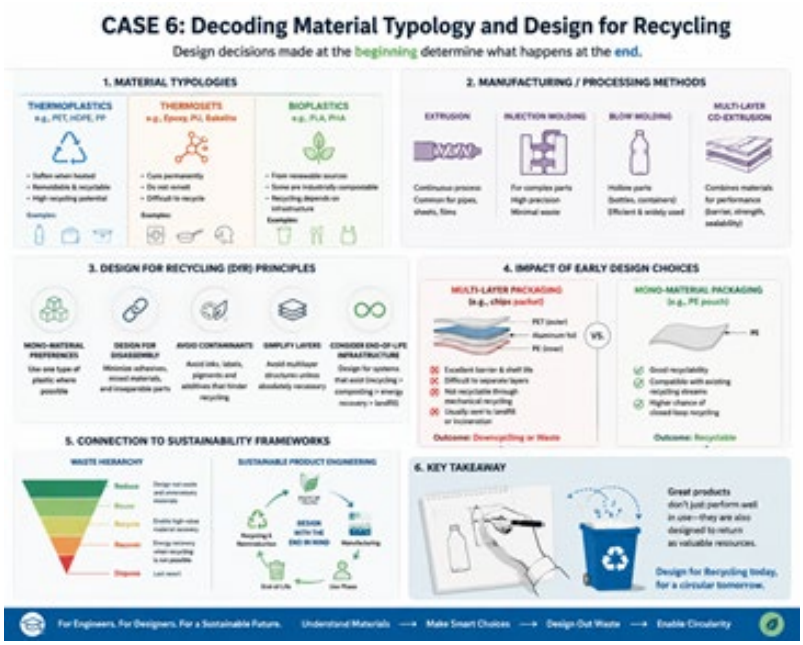
CASO 3: Decodificando la tipología de materiales y el diseño para el reciclaje

Los estudiantes tuvieron la tarea de analizar diferentes tipologías de plásticos (como termoplásticos, termoestables y bioplásticos) junto con los métodos de fabricación utilizados para procesarlos (como extrusión o embalaje multicapa). El objetivo era introdu cir el concepto de «Diseño para el Reciclaje» (DfR) y evaluar cómo las decisiones de fabricación en las primeras etapas determinan la viabilidad al final de la vida útil. El ejercicio demostró que, si bien las innovaciones técnicas como el embalaje multica pa ofrecen ventajas de rendimiento superiores, crean importantes barreras para el reciclaje mecánico y, con frecuencia, conducen al reciclaje de menor calidad. Esta actividad se

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

integra perfectamente con los componentes del curso sobre ingeniería de produc tos sostenibles, ciencia de los materiales y jerarquía de residuos. Ayuda a los futuros ingenieros y diseñadores a aprender cómo diseñar intencionadamente para eliminar los residuos y la contaminación antes incluso de que se fabrique un producto.



Higo.6.13Ejemplo C de uso de NotebookLM en la formación (Fuente: Universitat Politecnica de Valencia, España)

6.2.7 Uso de H5P para el aprendizaje y la evaluación interactivos

Nombre de la herramienta: H5P **Enlace:** https://h5p.org

Categoría principal: Herramienta interactiva para la creación y evaluación de contenido

Grupo objetivo: Profesores, formadores, diseñadores instruccionales, estudiantes

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Materiales de aprendizaje interactivos, autoevaluación, cuestionarios, cursos en línea, participación del alumno, educación para la sostenibilidad.

Competencias digitales requeridas: Creación de contenido digital, alfabetización informacional, re solución de problemas, comunicación y colaboración.

H5P (HTML5 Package) es una plataforma de código abierto que permite a los educadores crear contenido de aprendizaje interactivo sin necesidad de conocimientos avanzados de programación. La plataforma ofre ce una amplia gama de tipos de contenido, que incluyen cuestionarios, vídeos interactivos, presentaciones, líneas de tiempo, actividades de arrastrar y soltar, tarjetas didácticas, juegos de memoria, imágenes interactivas y presentaciones de cursos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Una de las mayores fortalezas de H5P es su capacidad para transformar materiales de aprendizaje pasivos en experiencias de aprendizaje interactivas. En lugar de simplemente leer un texto o ver un video, los estudiantes interactúan activamente con el contenido mediante preguntas, desafíos y actividades de retroalimentación. Esto ayuda a aumentar la atención, la motivación y la retención del conocimiento.

H5P se puede integrar en numerosos sistemas de gestión del aprendizaje, como Moodle, WordPress y otras plataformas de e-learning. Dado que EDU4PlastiCircular incluye actividades de aprendizaje digital y certificación, H5P ofrece una forma eficaz de crear materiales de aprendizaje en línea atractivos que fomentan el aprendizaje a ritmo propio y la evaluación continua.

Esta plataforma se utiliza ampliamente en la educación superior porque combina flexibilidad, accesibilidad y facilidad de uso, al tiempo que respalda los enfoques de enseñanza modernos centrados en el alumno.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

H5P ofrece numerosas oportunidades para mejorar la educación en sostenibilidad y la participación del alumnado. Los docentes pueden crear cuestionarios interactivos que evalúen la comprensión de la contaminación por plásticos, los procesos de reciclaje, los principios de la economía circular o las prácticas climáticamente neutras. La retroalimentación inmediata ayuda a los estudiantes a identificar ideas erróneas y a reforzar su aprendizaje.

Los vídeos interactivos son especialmente útiles en las lecciones de EDU4PlastiCircular. Por ejemplo, un vídeo que explique las tecnologías de reciclaje de plástico puede incluir preguntas integradas que inviten a los alumnos a reflexionar sobre conceptos clave antes de continuar. Esto transforma la visualización pasiva en aprendizaje activo.

La plataforma también permite crear imágenes interactivas que ilustran el ciclo de vida de los productos plásticos o el funcionamiento de los sistemas de gestión de residuos. Los estudiantes pueden hacer clic en diferentes elementos para acceder a explicaciones, vídeos, diagramas o recursos adicionales. Estas actividades les ayudan a explorar temas complejos a su propio ritmo.

Otra aplicación valiosa es la autoevaluación. Los estudiantes pueden completar cuestionarios y ejercicios de forma independiente, recibiendo retroalimentación instantánea que les ayuda a monitorear su progreso. Esto fomenta el aprendizaje autónomo y los anima a asumir una mayor responsabilidad en su propio desarrollo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

En el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes incluso pueden crear ellos mismos contenido interactivo, lo que les ayuda a desarrollar tanto conocimientos sobre sostenibilidad como competencias digitales.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Cuestionario interac tivo sobre la gestión de residuos plásticos.

Objetivo de aprendizaje: Evaluar la comprensión de los estudiantes sobre la gestión de residuos plásticos y los conceptos de economía circular.

Paso 1: Crea una nueva actividad H5P y selecciona el tipo de contenid o Cuestionario.

Paso 2: Prepare preguntas que abarquen:

- Tipos de plásticos;
- Procesos de reciclaje;
- prácticas de gestión de residuos;
- Principios de la economía circular;
- Impactos ambientales de la contaminación por plásticos.

Paso 3: Añade comentarios para las respuestas correctas e incorrectas para apoyar el aprendizaje.

Paso 4: Publica la actividad en la plataforma de aprendizaje o comparte el enlace de acceso con los estudiantes.

Paso 5: Pida a los alumnos que completen el cuestionario individualmente.

Paso 6 : Revise los resultados e identifique los temas que requieren una explicación adicional.

Paso 7: Facilitar un debate sobre conceptos erróneos comunes y puntos clave de aprendizaje.

Paso 8: Anime a los estudiantes a repetir la actividad después de estudiarla más a fondo para controlar su progreso.

Ventajas

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

H5P aumenta la participación del alumnado al transformar el contenido estático en experiencias de aprendizaje interactivas. Fomenta el ap rendizaje activo, la retroalimentación inmediata y la autoevaluación, lo que mejora la retención del conocimiento y la motivación. La plataforma ofrece numerosos tipos de contenido que se adaptan a diferentes objetivos de aprendizaje y métodos de enseñanza . Su integración con sistemas de gestión del aprendizaje la hace idónea para entornos de aprendizaje en línea, semipresencial y a ritmo propio.

Desventajas y limitaciones

La creación de contenido interactivo de alta calidad requiere tiempo y un diseño instruccional cuidadoso. Algunos tipos de contenido pueden requerir conocimientos técnicos adicionales, especialmente al integrar H5P en plataformas de aprendizaje. Si bien el software es de código abierto, el alojamiento y la integración en la plataforma pueden requerir soporte técnico adicional. Además, es necesario un acceso a internet fiable para la mayoría de las actividades de aprendizaje.

Recomendaciones para docentes

H5P es especialmente eficaz para reforzar el aprendizaje, fomentar la autoevaluaci ón y aumentar la participación del alumnado. Dentro de EDU4PlastiCircular, se puede utilizar para crear cuestionarios interactivos, vídeos, presentaciones y actividades de aprendizaje que ayuden a los estudiantes a comprender mejor los retos de la sostenib ilidad y los conceptos de la economía circular. Los docentes deben centrarse en diseñar actividades que promuevan la participación activa y la reflexión significativa, en lugar de limitarse a evaluar el conocimiento factual.

6.2.8 Uso de Mentimeter para el aprendizaje interactivo y la retroalimentación en tiempo real

Nombre de la herramienta: Mentimeter **Enlace:** https://www.mentimeter.com

Categoría principal: Plataforma interactiva para presentaciones y participa ción de la audiencia

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, facilitadores de talleres

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Interacción en el aula, evaluación formativa, lluvia de ideas, encuestas de opinión, medición de la concienciación, participación del alumno.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Competencias digitales requeridas: Comunicación y colaboración, alfabetización digital, interpretación de la información, resolución de problemas.

Mentimeter es una plataforma de presentaciones interactivas que permite a docentes y presentadores interactuar con los participantes mediante encuestas en vivo, cuestionarios, nubes de palabras, sondeos, ejercicios de clasificación y actividades de preguntas y respuestas. Los participantes pueden responder desde sus teléfonos inteligente s, tabletas o computadoras sin necesidad de crear una cuenta, lo que facilita el uso de la plataforma tanto en el aula como en entornos en línea.

A diferencia de las presentaciones tradicionales, donde los alumnos suelen desempeñar un papel pasivo, Mentime ter fomenta la participación activa al permitir que los estudiantes aporten ideas, opiniones y respuestas en tiempo real. Las respuestas se muestran instantáneamente en pantalla en formatos visuales como tablas, gráficos o nubes de palabras, creando un ent orno de aprendizaje dinámico y atractivo.

La plataforma resulta especialmente útil para recabar opiniones, evaluar conocimientos previos, identificar ideas erróneas y fomentar el debate. Al convertir a los alumnos en participantes activos en lugar de oyent es pasivos, Mentimeter contribuye a aumentar la motivación, la participación y la atención durante las clases.

En la educación para la sostenibilidad, donde los debates suelen girar en torno a valores, actitudes, comportamientos y experiencias personales, la interacción en tiempo real puede ayudar a los profesores a comprender mejor las perspectivas de los alumnos y a crear experiencias de aprendizaje significativas.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

Mentimeter puede utilizarse en diversas etapas del proceso de aprendizaje. Al inicio de la clase, los docentes pueden realizar encuestas rápidas para evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre la contaminación por plásticos, el reciclaje, los principios de la economía ci rcular o el consumo sostenible. Los resultados ofrecen una visión general inmediata de la comprensión de los alumnos y ayudan a los educadores a adaptar su enseñanza en consecuencia.

Las nubes de palabras son especialmente útiles para explorar percepciones y actitudes. Por ejemplo, se les puede preguntar a los estudiantes: "¿Cuál es la primera palabra que les viene a la mente cuando escuchan el término 'residuos plásticos'?" La nube de palabras resultante puede servir como punto de partida para debatir sobr e el impacto ambiental y la percepción pública.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La plataforma también resulta útil para actividades de sensibilización. Los docentes pueden pedir a los alumnos que voten sobre diferentes soluciones de sostenibilidad, clasifiquen las prioridades ambientales o expresen sus opiniones sobre políticas destinadas a reducir el consumo de plástico. Estas actividades fomentan el pensamiento crítico y la participación activa.

Los cuestionarios de Mentimeter pueden utilizarse como evaluaciones formativas a lo largo de la lección. Las preguntas relacionadas con los sistemas de reciclaje, los tipos de plástico, las prácticas de gestión de residuos o los conceptos de economía circular ayudan a los alumnos a repasar los contenidos clave, a la vez que proporcionan a los profesores información inmediata sobre el progreso del aprendizaje.

En las actividades de aprendizaje basadas en proyectos, los grupos de estudiantes pueden utilizar Mentimeter para recopilar opiniones de compañeros de clase, partes interesadas o miembros de la comunidad, lo que facilita los procesos de investigación y toma de decisiones.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Explorando las actitudes hacia el consumo de plástico

Objetivo de aprendizaje: Identificar las actitudes y comportamientos de los estudiantes en relación con el uso del plástico y el consumo sostenible.

Paso 1: Crea una presentación de Mentimeter que contenga una nube de palabras, una encuesta y una pregunta de clasificación.

Paso 2: Pida a los estudiantes que participen en la actividad utilizando sus teléfonos inteligentes o computadoras.

Paso 3: Empiece con la pregunta: "¿Qué palabras asocia con la contaminación por plásticos?"

Paso 4: Muestre y analice la nube de palabras resultante.

Paso 5: Realiza una encuesta para preguntar con qué frecuencia los estudiantes utilizan botellas, bolsas o recipientes reutilizables.

Paso 6: Pida a los alumnos que clasifiquen las posibles soluciones para reducir los residuos plásticos según su eficacia percibida.

Paso 7: Facilite un debate sobre los resultados y anime a los estudiantes a explicar sus elecciones.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Paso 8: Relaciona los resultados con los principios de la economía circular y las prácticas de consumo sostenible que se abordan en el programa EDU4P lastiCircular.

Ventajas

Mentimeter aumenta significativamente la participación del alumnado al fomentar la interacción activa e inmediata. La plataforma proporciona retroalimentación instantánea que ayuda a los docentes a evaluar la comprensión e identifi car ideas erróneas. Su presentación visual de los resultados facilita el debate y la reflexión, mientras que su fácil acceso la hace idónea tanto para entornos de aprendizaje presenciales como en línea. La plataforma es especialmente eficaz para introducir nuevos temas, estimular el debate y medir actitudes y percepciones.

Desventajas y limitaciones

La versión gratuita incluye limitaciones en cuanto al número de preguntas y las funciones disponibles. Dado que las actividades dependen de los dispositivos de los participantes y de la conexión a internet, pueden surgir problemas técnicos ocasionalmente. Si bien Mentimeter es muy eficaz para fomentar la participación y la evaluación formativa, resulta menos adecuado para la evaluación exhaustiva del conocimient o o el desarrollo de proyectos complejos.

Recomendaciones para docentes

Mentimeter resulta especialmente útil para fomentar la participación, estimular el debate y obtener retroalimentación inmediata. Dentro de EDU4PlastiCircular, puede apoyar actividades de sensibilización, evaluación formativa y la exploración de actitudes hacia la sostenibilidad y el consumo de plástico. Los docentes deben utilizar la plataforma estratégicamente para promover la interacción y crear oportunidades para la reflexión y el diálogo, en lugar de centrarse únicamente en la evaluación de conocimientos.

Casos prácticos de los talleres de EDU4PlastiCircular

CASO 1: Explorando las percepciones sobre la contaminación por plásticos

Se pidió a los estudiantes que compartieran la prime ra palabra que les viniera a la mente al pensar en la contaminación por plásticos. El objetivo era captar asociaciones

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

espontáneas y revelar cómo los estudiantes abordan el problema desde una perspectiva emocional y cognitiva. La nube de palabras resultant e puso de relieve temas recurrentes como residuos, océanos y consumo excesivo, lo que guió el debate. Esta actividad se relaciona directamente con el contenido del curso sobre conciencia ambiental y aspectos conductuales de la sostenibilidad. Además, ayuda a los docentes a identificar ideas erróneas y adaptar las explicaciones en consecuencia.



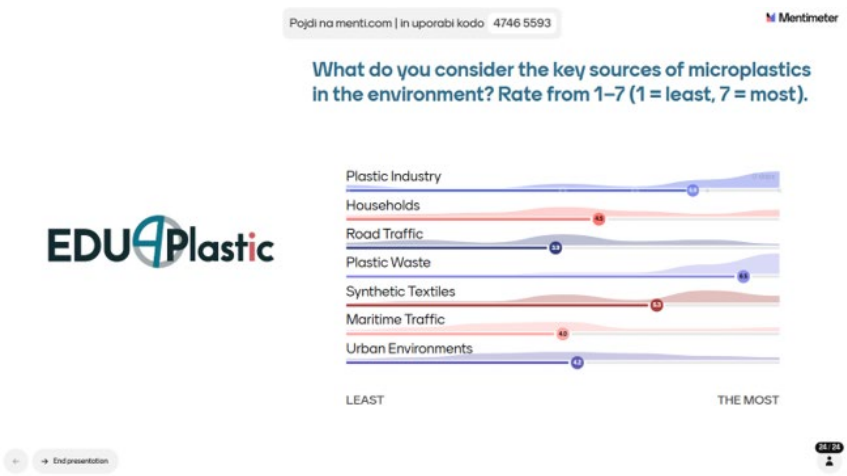
Higo.6.14Ejemplo A de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia)

CASO 2: Identificación de las principales fuentes de microplásticos

Los estudiantes clasificaron diferentes fuentes potenciales de microplásticos de menor a mayor importancia. El objetivo era fomentar la evaluación crítica de las vías ambientales y comparar las suposiciones personales con la evidencia científica. Los resultados de la clasificación revelaron cómo perciben los estudiantes el papel de los textiles, la industria, los hogares y el transporte en la contaminación por microplásticos. Esta actividad vincula los módulos del curso sobre fuentes de contaminación, monitoreo ambiental e intervenciones de economía circular. También ayuda a los est udiantes a comprender la complejidad de la generación de microplásticos en los distintos sectores.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Higo.6.15Ejemplo B de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje,Eslovenia)

CASO 3: ¿Por qué se añaden microplásticos a los productos?

Los estudiantes votaron sobre las razones por las que se añaden microplásticos intencionadamente a ciertos productos, como cosméticos o productos de limpieza. El objetivo era introducir consideraciones sobre el diseño de productos y destacar las ventajas y desventajas entre rendimiento, coste e impacto ambiental. Los resultados de la encuesta mostraron una fuerte percepción sobre la reducción de costes y la mejora de las propiedades del producto, lo que dio pie a un debate sobre la regulación y las alternativas. Esta actividad complementa el contenido del curso sobre diseño de productos sostenibles, salud ambiental y marcos normativos de la UE. Asimismo, anima a los estudiantes a reflexio nar sobre el comportamiento del consumidor y la huella ambiental oculta de los productos cotidianos.



Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Higo.6.16Ejemplo C de uso de Mentimeter en la formación (Fuente: Facultad de Protección Ambiental, Velenje, Eslovenia)

6.2.9 Uso de ChatGPT y Microsoft Copilot para un aprendizaje responsable asistido por IA

Nombres de las herramientas: ChatGPT y Microsoft Copilot

Campo de golf: https://chatgpt.com ,https://copilot.microsoft.com

Categoría principal: Asistentes de Inteligencia Artificial (IA)

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, investigadores, directivos y empleados.

Área de aplicación circ ular de EDU4Plasti: Apoyo a la investigación, generación de contenido, preparación de lecciones, trabajo en proyectos, pensamiento crítico, comunicación sobre sostenibilidad, exploración del conocimiento.

Competencias digitales requeridas: Alfabetización en información y datos, pensamiento crítico, creación de contenido digital, alfabetización en IA, resolución de problemas.

ChatGPT y Microsoft Copilot son herramientas de inteligencia artificial generativa que ayudan a los usuarios a crear, analizar, resumir y perfeccionar información. Al interactuar con los usuarios mediante lenguaje natural, estos asistentes de IA pueden responder preguntas, explicar conceptos, generar texto, sugerir ideas, apoyar actividades de investigación y ayudar a crear materiales educ ativos.

En el ámbito educativo, las herramientas de IA pueden funcionar como asistentes de aprendizaje que ayudan a los estudiantes a explorar temas, organizar información y desarrollar ideas para proyectos. Los docentes pueden utilizarlas para preparar materiales didácticos, crear cuestionarios, elaborar planes de clase o generar ejemplos y estudios de caso. Los estudiantes pueden usarlas para comprender mejor conceptos complejos, resumir documentos, generar ideas para soluciones y mejorar sus trabajos escritos.

A medida que la inteligencia artificial se integra cada vez más en la educación y la práctica profesional, desarrollar la alfabetización en IA se convierte en una competencia fundamental. Los estudiantes no solo necesitan saber cómo usar las herrami entas de IA de manera efectiva, sino también cómo evaluar la calidad, la fiabilidad y las implicaciones éticas del contenido generado por IA. Por esta razón, el uso responsable de la IA debe considerarse un componente esencial de la educación moderna para la sostenibilidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

ChatGPT y Copilot pueden apoyar numerosas actividades del programa EDU4PlastiCircular. Los estudiantes pueden usar estas herramientas para explorar temas como la contaminaci ón por plásticos, los principios de la economía circular, las tecnologías de reciclaje, los materiales sostenibles y las prácticas climáticamente neutras. Las explicaciones generadas por IA pueden ayudar a los estudiantes a comprender conceptos complejos e identificar las conexiones entre las dimensiones ambientales, económicas y sociales de la sostenibilidad.

Estas herramientas también pueden facilitar el aprendizaje basado en proyectos. Los equipos de estudiantes pueden usar la IA para generar ideas que permitan reducir los residuos plásticos, desarrollar campañas de sensibilización, realizar análisis de las partes interesadas o comparar diferentes soluciones de reciclaje. Los docentes pueden animar a los alumnos a evaluar críticamente las respuestas gene radas y compararlas con la literatura científica, los documentos normativos y los recursos del proyecto.

Para las actividades de comunicación, las herramientas de IA pueden ayudar a los estudiantes a redactar mensajes de campaña, crear esquemas de presenta ciones o preparar informes. También pueden apoyar las actividades de reflexión, ayudando a los alumnos a formular preguntas, identificar los puntos clave de aprendizaje y resumir los resultados del proyecto.

Es fundamental no aceptar sin espíritu crítico l a información generada por IA. Los temas de sostenibilidad suelen implicar evidencia científica, regulaciones y conocimientos en constante evolución. Por lo tanto, los estudiantes deben aprender a verificar la información utilizando fuentes confiables y co nsiderar los resultados generados por IA como un punto de partida para una investigación más profunda, en lugar de una respuesta definitiva.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Desarrollo de soluciones para reducir los residuos plásticos

Objeti vo de aprendizaje: Utilice herramientas de IA para apoyar la resolución de problemas mientras desarrolla habilidades de evaluación crítica.

Paso 1: Plantear a los estudiantes un reto de sostenibilidad relacionado con la reducción de residuos plásticos.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Paso 2: Pida a los alumnos que utilicen ChatGPT o Copilot para generar posibles soluciones.

Paso 3: Anime a los estudiantes a solicitar explicaciones, ejemplos e ideas para la implementación.

Paso 4: Los estudiantes revisan las sugerencias generadas por la IA e id entifican sus puntos fuertes y débiles.

Paso 5: Exigir a los alumnos que verifiquen la información utilizando artículos científicos, materiales del proyecto o fuentes oficiales.

Paso 6: Los grupos refinan y mejoran las soluciones propuestas basándose en la evidencia.

Paso 7: Los alumnos presentan sus recomendaciones finales a la clase.

Paso 8: Facilitar un debate sobre la utilidad y las limitaciones del contenido generado por inteligencia artificial.

Ventajas

ChatGPT y Copilot mejoran significativamente la productividad al facilitar el acceso a la información, la generación de ideas y la organización del contenido de forma más eficiente. Fomentan la creatividad, la lluvia de ideas y la resolución de problemas, a la vez que reducen el tiempo necesario para la s tareas rutinarias. Estas herramientas también personalizan el aprendizaje al proporcionar explicaciones adaptadas a diferentes niveles de conocimiento previo. Su versatilidad las convierte en herramientas valiosas tanto para docentes como para estudiante s en una amplia gama de actividades educativas.

Desventajas y limitaciones

El contenido generado por IA puede contener imprecisiones, información desactualizada, sesgos o afirmaciones sin fundamento. Estas herramientas no siempre proporcionan fuentes y, e n ocasiones, pueden generar respuestas convincentes pero incorrectas. El uso excesivo de la IA puede reducir el pensamiento independiente y los esfuerzos de investigación si los estudiantes utilizan la tecnología sin espíritu crítico. También se deben tene r en cuenta las consideraciones de privacidad y protección de datos al utilizar plataformas de IA.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Uso responsable de la inteligencia artificial en la educación para la sostenibilidad

El uso de la inteligencia artificial en la educación debe regirse siempre por los principios de responsabilidad, transparencia y pensamiento crítico. Los estudiantes deben comprender que las herramientas de IA son asistentes, no fuentes autorizadas de conocimiento. La información generada por la IA debe verificarse mediante publicaciones científicas fiables, informes oficiales y otras fuentes fidedignas.

Los docentes deben alentar a los estudiantes a revelar cuándo han utilizado herramientas de IA durante las tareas o proyectos y a reflexionar sobre cómo la IA contribuyó al resultado final. La IA debe apoyar el aprendizaje, no reemplazar el análisis, la creatividad o el juicio personal. En la educación para la sostenibilidad, donde las decisiones pueden tener consecuencias ambientales, sociales y económicas, la evaluación crítica de la información es particularmente importante.

Al combinar el aprendizaje asistido por IA con la investigación basada en la evidencia y la práctica reflexiva, los educadores pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar las competencias necesarias para utilizar la inteligencia artificial de manera eficaz y responsable tanto en contextos académicos como profesionales.

Recomendaciones para docentes

ChatGPT y Microsoft Copilot son más eficaces cuando se utilizan para fomentar la exploración, la creatividad y la resolución de problemas. En EDU4PlastiCircular, pueden ayudar a los estudiantes a investigar los retos de la sostenibilidad, desarrollar ideas para proyectos y comunicar soluciones medioambientales. Los docentes deben hacer hincapié en el uso responsable de la IA, la verificación de fuentes y la evaluación crítica para garantizar que los estudiantes desarrollen tanto conocimientos básicos de IA como habilidades de pensamiento independiente.

6.2.10 Uso de Loom para el aprendizaje y la retroalimentación basados en vídeo

Nombre de la herramienta: Telar **Enlace:** https://www.loom.com

Categoría principal: Plataforma de grabación y comunicación de vídeo

Grupo objetivo: Profesores, formadores, estudiantes, investigadores

Área de aplicación circular de EDU4Plasti: Videoconferencias, presentaciones de proyectos, apoyo al aprendizaje, retroalimentación, intercambio de conocimientos, aprendizaje en línea y semipresencial.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Competencias digitales requeridas: Creación de contenido digital, comunicación y colaboración, alfabetización informacional.

Loom es una plataforma de comunicación por vídeo que permite a los usuarios grabar y compartir vídeos rápidamente. Los usuarios pueden grabar su pantalla, su cámara web o ambas simultáneamente, lo que facilita la creación de explicaciones, demostraciones, presentaciones, tutoriales y mensajes de retroalimentación en vídeo. Una vez grabados, los vídeos se almacenan automáticamente en línea y se pueden compartir mediante un enlace sencillo. A diferencia de las herramientas de producción de vídeo tradicionales, Loom está diseñado para ser sencillo y rápido. Docentes y estudiantes pueden crear vídeos con aspecto profesional sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados ni experien cia en edición de vídeo. Esto hace que la plataforma sea especialmente adecuada para entornos educativos donde la comunicación clara y la creación rápida de contenido son importantes. La plataforma se ha vuelto cada vez más popular en el aprendizaje en lín ea y semipresencial porque permite a los educadores proporcionar explicaciones y retroalimentación de una manera más personal y atractiva. La comunicación por vídeo suele transmitir ideas de forma más eficaz que las instrucciones escritas, especialmente al demostrar procesos, explicar conceptos complejos o proporcionar orientación sobre el trabajo de un proyecto.

Aplicaciones educativas en las lecciones de EDU4PlastiCircular

Loom puede apoyar diversas actividades de enseñanza y aprendizaje dentro del progr ama EDU4PlastiCircular. Los docentes pueden grabar breves videoclases explicando temas como la contaminación por plásticos, los sistemas de gestión de residuos, los principios de la economía circular o las prácticas de consumo sostenible. Estos vídeos pued en compartirse con los estudiantes antes, durante o después de las clases, lo que facilita tanto el aprendizaje semipresencial como el autoaprendizaje.

La plataforma también resulta útil para demostrar actividades prácticas. Por ejemplo, los educadores pue den grabar tutoriales sobre recursos en línea, explicar cómo usar herramientas digitales como H5P o Canva, o presentar ejemplos de iniciativas de sostenibilidad exitosas. Los estudiantes pueden consultar estas grabaciones cuando lo necesiten, lo que foment a el aprendizaje autónomo.

Otra aplicación valiosa se relaciona con las presentaciones de proyectos. Los grupos de estudiantes pueden usar Loom para grabar presentaciones sobre los resultados de sus investigaciones, campañas de concientización o propuestas de soluciones para la economía circular. Este enfoque ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

comunicación, al tiempo que permite a los docentes evaluar los resultados de los proyectos de manera eficiente.

Loom también es eficaz para brindar retroalimentación personalizada. En lugar de escribir comentarios extensos, los docentes pueden grabar videos cortos explicando fortalezas, debilidades y sugerencias para mejorar. Este tipo de retroalimentación suele percibirse como más personal y fácil de entender que los comentarios escritos.

Escenario paso a paso para docentes

Actividad: Creación de un vídeo explicativo sobre el reciclaje de plásticos

Objetivo de aprendizaje: Mejore su comprensión de los procesos de reciclaje de plástico mediante el aprendizaje basado en vídeos.

Paso 1: Prepara una breve presentación explicando las principales etapas del reciclaje de plástico.

Paso 2: Abre Loom y selecciona la opción de grabación de pantalla con la cámara web activada.

Paso 3: Graba una explicación de 5 a 10 minutos mientras presentas las diapositivas.

Paso 4: Resaltar conceptos clave como la recogida, la clasificación, las tecnologías de reciclaje y los principios de la economía ci rcular.

Paso 5: Guarda la grabación y genera un enlace para compartir.

Paso 6: Proporcione el video a los estudiantes a través de la plataforma de aprendizaje o por correo electrónico.

Paso 7: Pida a los alumnos que vean el vídeo y preparen preguntas para el debate.

Paso 8: Utilice el tiempo en el aula para análisis más profundos y actividades colaborativas, en lugar de para la mera transmisión de contenidos.

Ventajas

Loom es fácil de usar y requiere conocimientos técnicos mínimos. Permite la creación rápida de contenido de vídeo, fomenta el aprendizaje flexible y hace que la comunicación sea más personal y atractiva. Los estudiantes pueden acceder a las grabaciones en cualquier momento y repasar las explicaciones cuando lo necesiten. La plataforma es especialmente útil para el aprendizaje semipresencial, las presentaciones de proyectos y para proporcionar comentarios detallados.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Desventajas y limitaciones

La calidad de las grabaciones depende de la presentación y las habilidades comunicativas del usuario. Los vídeos más largos pueden disminuir la atención y la participación del alumno. Algunas funciones avanzadas solo están disponibles en los planes de pago. Como ocurre con la mayoría de las herramientas en línea, se requiere una conexión a internet fiable par a grabar y visualizar el contenido.

Recomendaciones para docentes

Loom resulta más eficaz cuando se utiliza para vídeos cortos y concisos que complementan, en lugar de sustituir, las actividades de aprendizaje activo. Dentro de EDU4PlastiCircular, puede s ervir de apoyo para videoclases, presentaciones de proyectos, demostraciones de herramientas y retroalimentación personalizada. Los docentes deben mantener las grabaciones concisas, con una estructura clara y directamente relacionadas con los objetivos de aprendizaje para maximizar la participación y la comprensión de los alumnos.

6.3 Referencias

Encuestas.elearningproject.eu, https://surveys.elearningproject.eu/

Padlet, https://padlet.com

Miró, https://miro.com

Canva, https://www.canva.com

Gama, https://gamma.app

NotebookLM, https://notebooklm.google.com

H5P, https://h5p.org

Mentimeter, https://www.mentimeter.com

ChatGPT, https://chatgpt.com

Microsoft Copilot, https://copilot.microsoft.com

Telar, https://www.loom.com

Página web del proyecto EDU4PlastiCircular, https://microplastics.today/

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Entregables del proyecto EDU4PlastiCircular, https://microplastics.today/project -results/

Biblioteca digital EDU4PlastiCircular, https://microplastics.today/digital -library/

plataforma de aprendizaje electrónico, https://elearningproject.eu/courses/edu4plasticircular -educating -for -sustainable -plastic -use-and -circular -economy/ ;

Página de noticias de EDU4PlastiCircular: https://microplastics.today/news/ ,

Boletín informativo EDU4PlastiCircular, https://microplastics.today/newsletters/

Página de Facebook de EDU4PlastiCircular, https://www.facebook.com/Elearningproject.eu/

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

7 Métodos y herramientas innovadoras utilizadas para la formación y certificación de EDU4PlastiCircular.

7.1 Metodologías modernas de enseñanza para la formación presencial

Una innovación clave en la formación en ingeniería para la circularidad del plástico reside en la combinación de diversos métodos de enseñanza y aprendizaje centrados en el estudiante, dentro de un marco de aprendizaje transformador que promueve cambios fundamentales en las perspectivas, los valores y la práctica profesional de los alumnos. Este capítulo presenta un enfoque pedagógico integrado en el que se combinan intencionalmente métodos expositivos, experienciales, basados en la indagación, colaborativos, reflexivos, orientados a la evaluación y al diseño para fomentar el pensamiento sistémico, la reflexión crítica, la colaboración interdisciplinaria y la innovación. En lugar de centrarse únicamente en el conocimiento técnico, este enfoque dota a los futuros ingenieros de las competencias necesarias para abordar los complejos desafíos ambientales, sociales y económicos de la transición a una economía circular del plástico (Bianchi et al., 2022; Barabas, 2025).

A continuación se presentan algunas metodologías de enseñanza modernas que pueden utilizarse eficazmente en el ámbito del plástico en una economía circular (Comisión Europea, 2020; Bianchi et al., 2022; Barabas, 2025):

1. **Aprendizaje basado en proyectos (ABP):**

- **Descripción** Los estudiantes colaboran en equipos multidisciplinarios para investigar desafíos reales relacionados con la circularidad del plástico, aplicando conocimientos de ingeniería, principios de sostenibilidad y habilidades de gestión de proyectos para diseñar, implementar y evaluar soluciones prácticas de economía circular.
- **Ejemplo** Los estudiantes diseñan un programa universitario de reducción de residuos plásticos, desarrollan un plan de negocios para una empresa de reciclaje de plástico o crean y evalúan una campaña de sensibilización pública que promueva el consumo y el reciclaje responsable de plástico.

2. **Aprendizaje basado en problemas (ABP):**

- **Descripción** Los estudiantes aprenden trabajando en colaboración para investigar y resolver problemas reales y abiertos relacionados con la contaminación por plásticos y los desafíos de la economía circular. El instructor actúa como

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

facilitador, guiando a los estudiantes en la identificación de lagunas de conocimiento, la realización de investigaciones y la propuesta de soluciones basadas en evidencia.

- **Ejemplo** : Investigar cómo reducir los plásticos de un solo uso en un campus universitario, desarrollar estrategias para mejorar las tasas de recogida y reciclaje de residuos plásticos en un municipio, o proponer soluciones de ingeniería para minimizar las emisiones de microplásticos procedentes de procesos industriales.

3. **Pensamiento de diseño:**

- **Descripción** Un enfoque centrado en el ser humano que enfatiza la empatía, la creatividad y la experimentación. Los estudiantes aprenden a identificar las necesidades de los usuarios, generar soluciones innovadoras, crear prototipos y probar sus ideas.
- **Ejemplo** : Diseñar un nuevo tipo de plástico biodegradable y desarrollar un sistema para la recolección y clasificación de residuos plásticos en una comunidad local.

4. **Pensamiento sistémico:**

- **Descripción:** Fomentar que los estudiantes comprendan los plásticos como parte de sistemas ambientales, económicos, sociales y tecnológicos interconectados. Los estudiantes aprenden a analizar el ciclo de vida completo del plástico, identificar las interacciones entre los componentes del sistema y evaluar las consecuencias de las decisiones desde una perspectiva holística.
- **Ejemplo** : Mapear el ciclo de vida de un producto plástico desde la extracción de la materia prima hasta la gestión al final de su vida útil, analizar el impacto de diferentes estrategias de gestión de residuos en las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la biodiversidad, o desarrollar soluciones sistémicas para reducir la contaminación por plásticos en el medio ambiente.

5. **Aprendizaje experi encial:**

- **Descripción:** Aprendizaje a través de la experiencia directa, la reflexión y la participación activa en contextos auténticos. Los estudiantes aplican conocimientos teóricos a situaciones reales, desarrollan habilidades prácticas y reflexionan críticamente sobre sus experiencias para mejorar su comprensión de la circularidad del plástico y las prácticas de ingeniería sostenible. El aprendizaje experiencial fomenta la participación activa de las partes interesadas, la industria y las comunidades, al tiempo que promueve la resolución de problemas, la toma de decisiones y las competencias profesionales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Ejemplo** Organizar una auditoría de residuos plásticos en el campus, visitar una planta de reciclaje o fabricación de plásticos, participar en campañas de limpieza de playas o ríos, realizar experimentos de laboratorio sobre la caracterización de plásticos y tecnologías de reciclaje, colaborar con empresas locales para mejorar la circularidad de los envases o desarrollar iniciativas comunitarias para reducir los residuos plásticos y promover el consumo responsable.

6. **Aprendizaje basado en la indagación:**

- **Descripción** Los estudiantes construyen activamente el conocimiento formulando preguntas, investigando problemas reales, recopilando y analizando pruebas y sacando conclusiones sobre la circularidad del plástico, la sostenibilidad y la gestión de recursos a través de una investigación científica guiada.
- **Ejemplo** Los estudiantes investigan el ciclo de vida de un producto de plástico, comparan las tecnologías de reciclaje mecánico y químico, analizan las prácticas locales de gestión de residuos plásticos o realizan encuestas para evaluar las actitudes del público hacia la contaminación por plásticos y las iniciativas de economía circular.

7. **Gamificación:**

- **Descripción:** Aplicar elementos de juego como desafíos, puntos, insignias, tablas de clasificación, simulaciones y recompensas para aumentar la motivación, el compromiso y la participación activa de los estudiantes mientras aprenden sobre la circularidad del plástico y la gestión sostenible de los recursos.
- **Ejemplo** Organizar un concurso en el aula para diseñar el producto de plástico más circular, utilizar juegos de simulación digital para optimizar los sistemas de gestión de residuos plásticos, otorgar insignias por completar desafíos de economía circular o crear una sala de escape en la que los estudiantes resuelvan tareas relacionadas con la sostenibilidad para prevenir la contaminación por plásticos.

8. **Aprendizaje reflexivo:**

- **Descripción:** Fomentar que los estudiantes examinen críticamente sus experiencias de aprendizaje, suposiciones, decisiones y comportamientos para profundizar su comprensión de la circularidad del plástico y el desarrollo sostenible. Mediante la reflexión estructurada, los estudiantes conectan el conocimiento teórico con las experiencias prácticas, evalúan las implicaciones ambientales, sociales y económicas de las decisiones de ingeniería e identifican oportunidades para la mejora continua y una práctica profesional responsable.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Ejemplo** : Mantener un diario de aprendizaje reflexivo a lo largo de un curso de Economía Circular, escribir ensayos de reflexión después de visitar una planta de reciclaje o participar en un evento de limpieza comunitaria, evaluar las implicaciones de sostenibilidad de un proyecto de rediseño de productos o debatir las lecciones aprendidas de estudios de caso sobre la contaminación por plásticos y la implementación de la Economía Circular durante sesiones de reflexión guiadas en el aula.

9. **Aprendizaje combinado:**

- **Descripción:** Combinar la enseñanza tradicional en el aula con recursos de aprendizaje en línea, como vídeos, simulaciones interactivas y debates en línea.
- **Ejemplo** Utilizar plataformas en línea para acceder a artículos de investigación, colaborar en proyectos y completar tareas fuera de clase, al mismo tiempo que se participa en debates presenciales y actividades prácticas en el aula.

Conclusiones clave Los aspectos a considerar para la innovación en las metodologías de enseñanza son:

- **Enfoque multidisciplinario** Integrar conocimientos de diferentes disciplinas, como ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, estudios sociales y artes.
- **Relevancia en el mundo real** : Conectar el aprendizaje con los retos y las oportunidades del mundo real en el ámbito del plástico en una economía circular.
- **Integración de tecnología** Utilizar herramientas y tecnologías digitales para mejorar la experiencia de aprendizaje y proporcionar acceso a información y recursos.

- **Evaluación:** Utilizar diversos métodos de evaluación, como presentaciones de proyectos, portafolios, revisiones entre pares y aplicaciones prácticas, para evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

Mediante el uso de estas metodologías de enseñanza modernas, los formadores pueden crear experiencias de aprendizaje atractivas y eficaces que doten a los estudiantes de los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias para abordar los retos de la contaminación por plásticos y los modelos de economía circular, contribuyendo así a aumentar su concienciación sobre un futuro sostenible.

7.2 EDU4PlastiCircular – Una experiencia de aprendizaje transformadora

En esencia, el proyecto EDU4PlastiCircular se diseñó en torno a una pregunta fundamental: ¿Podemos cambiar la mentalidad de los futuros técnicos para que adopten comportamientos circulares y sostenibles a largo plazo? La aplicación de la teoría del

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

aprendizaje transformador de Mezirow al ámbito de EDU4PlastiCircular revela cómo este marco educativo transforma a los ingenieros tradicionales en promotores de una economía circular (Lundgren y Poell, 2016; Alam, 2022; Wang et al., 2022).

En la formación en ingeniería para la circularidad del plástico, el paradigma de aprendizaje transformador sirve como marco pedagógico que permite a los estudiantes ir más allá de la adquisición de conocimientos técnicos y lograr cambios profundos en su percepción, evaluación y abordaje de los desafíos de la sostenibilidad. Las secuencias educativas basadas en este parad igma facilitan cambios en las suposiciones, los valores y la identidad profesional, esenciales para los ingenieros que trabajan en sistemas sociotécnicos complejos (Lundgren y Poell, 2016; Wang et al., 2022; Kılıç y Parsıl, 2023; Barabas, 2025).

En el cont exto de la circularidad del plástico, el enfoque de aprendizaje transformador funciona como un marco pedagógico integrador que conecta diversas metodologías de enseñanza y aprendizaje en una estrategia educativa coherente. Métodos como el aprendizaje basad o en proyectos, el aprendizaje experiencial, el pensamiento sistémico, el aprendizaje basado en la indagación, el pensamiento de diseño, el aprendizaje reflexivo y la gamificación no se emplean como técnicas didácticas aisladas, sino que se secuencian y co mbinan para crear experiencias de aprendizaje que transforman progresivamente el conocimiento, las actitudes, los valores y las competencias profesionales de los estudiantes. Este enfoque integrado prepara a los futuros ingenieros para diseñar soluciones i nnovadoras, circulares y sostenibles para los plásticos, al tiempo que aborda los complejos desafíos ambientales, económicos y sociales asociados con la transición a una economía circular (Kılıç y Parsıl, 2023).

En la figura 7.1 se estructuran los roles complementarios del paradigma transformador. Según la teoría de Jack Mezirow, el aprendizaje transformador no es un truco de magia repentino, sino un proceso estructurado, a menudo incómodo, de 10 fases por el que pasan los estudiantes a medida que desafían y reescriben su visión del mundo (Lundgren y Poell, 2016; Alam, 2022):

1. Un dilema desconcertante;
2. Autoexamen (con las emociones);
3. Evaluación crítica de los supuestos;
4. Reconocimiento de la transformación compartida;
5. Exploración de nuevos roles/acciones;
6. Planificar un curso de acción;

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

7. Adquirir conocimientos/habilidades;
8. Probar nuevos roles;
9. Desarrollar competencias y confianza;
10. Reintegración con una nueva perspectiva.



Figura 7.1 Roles del paradigma del aprendizaje transformador

El proyecto EDU4PlastiCircular, a través de un conjunto de cinco módulos de aprendizaje organizados como actividades de aprendizaje y evaluación (AAE), crea un ecosistema de aprendizaje que permite a los estudiantes reforzar el pro ceso de aprendizaje con una perspectiva transformadora. La Tabla 7.1 relaciona las actividades con la(s) fase(s)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

dominante(s) del aprendizaje transformador que activan, si bien reconoce que algunas actividades contribuyen a múltiples fases.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Mesa7.1Mapeo maestro de las actividades de aprendizaje circular EDU4PlastiCircular a las fases de aprendizaje transformador.

Actividad LAA/	Fases dominantes de Mezirow	Interpretación
MÓDULO 1 – FUNDAMENTOS (Conciencia y disrupción cognitiva)		
Conceptos básicos del plástico	1, 3, 7	Introduce contradicciones (beneficios del plástico frente a impactos); Desarrolla conocimientos fundamentales
Cuestionario sobre historia y aplicaciones	3, 7	Cuestiona las suposiciones sobre el uso "neutral" de materiales.
experimentos sobre características plásticas	1, 3, 7	Realización práctica de la persistencia material → disonanc cognitiva
Diario de uso y reflexión	2, 3, 4	Reflexión personal; Conciencia de los propios patrones de consumo
MÓDULO 2 – COMPRENSIÓN DEL SISTEMA (Profundización de la conciencia)		
Análisis de las fuentes de residuos	1, 3, 7	Revela la magnitud y diversidad de los residuos plásticos.
Cuestionario sobre residuos	3, 7	Refuerza la comprensión conceptual
Experimentos con microplásticos	1, 3, 7	Un dilema profundamente desconcertante (la contaminación invisible se vuelve visible).
Reflexión: De la basura al tesoro	2, 4, 5	Reflexión y exploración inicial de comportamientos alternativos.
procesos de vertedero	1, 3, 7	Exposición a consecuencias ambientales
Partes interesadas en los vertederos (Juego de roles)	4, 5, 6	Toma de perspectiva; Negociación de soluciones
Taller de diseño de soluciones	5, 6, 8	Transición hacia un pensamiento orientado a la acción.
Mapeo de las vías fluviales	1, 3, 7	Pensamiento sistémico (transporte de contaminación)
Reflexión sobre un caso práctico (agua)	2, 3, 4	Reflexión ética y analítica
Experimento con microplásticos en el aire	1, 3, 7	Exposición personal→fuerte alteración cognitiva
Reflexión de mitigación	5, 6	Identificación de acciones personales/sistémicas
MÓDULO 3 – CIRCULARIDAD Y RESPONSABILIDAD (Replanteamiento y exploración de roles)		
Patrones de producción y consumo	3, 4, 7	Crítica de los supuestos de la economía lineal
Juego de rol de EPR	4, 5, 6, 8	Exploración de roles Negociación Planificación de acciones
Trazabilidad del plástico (rompecabezas)	4, 7, 9	Aprendizaje compartido Desarrollo de competencias

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Perspectivas étic as	2, 3, 4	Reflexión profunda sobre la responsabilidad
Análisis de reciclaje/reciclaje descendente	3, 5, 7	Evaluación de alternativas
Soluciones de reciclaje creativo	5, 6, 8	Diseñar nuevos enfoques
Análisis comparativo (similitud)	3, 4, 7	Síntesis crítica a través de soluciones
MÓDULO 4 – INNOVACIÓN Y DISEÑO (Acción y experimentación)		
Exploración de nuevos materiales	5, 7	Explorando alternativas
Cuestionario de materiales	7	Consolidación del conocimiento
Tecnologías de fabricación	7, 8	Comprensión y aplicación simulada
Evaluación de la sostenibilidad	3, 5, 6	Evaluación crítica y planificación
Taller de diseño ecológico	5, 6, 8	Diseño de soluciones
Ejercicio de selección de materiales	5, 6	Toma de decisiones
proyecto de evaluación del ciclo de vida	3, 5, 7, 9	Análisis de sistemas y desarrollo de competencias
Desafíos de diseño	6, 8, 9	Probando nuevos roles (diseñador/solucionador de problemas)
MÓDULO 5 – TRANSFORMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO (Acción y reintegración)		
Panorama general de los plásticos (método de los seis sombreros para pensar)	1, 3, 4	Disrupción desde múltiples perspectivas y comprensión compartida
Prácticas profesionales (aprendizaje experiencial)	5, 7, 8, 9	Pruebas de roles en el mundo real Desarrollo de competencias
Perspectiva médica (impacto de los plásticos)	1, 2, 3	Impacto emocional y cognitivo (dimensión de la salud)
Investigación sobre microplásticos textiles	1, 3, 7	Conciencia a través de la experimentación
Microplásticos en cosméticos	2, 3, 5	Reflexión sobre el comportamiento personal Identificación de alternativas
Contaminación por plásticos (aula invertida)	3, 4, 7	Comprensión de sistemas críticos
Estrategias de descontaminación	5, 6, 7	Identificación de la solución
Patrones de consumo ciudadano	2, 3, 6	Responsabilidad personal Planificación de acciones
Juego de roles de las partes interesadas	4, 5, 6, 8	Negociación social Exploración de roles
Diseño de campaña (TPB)	6, 8, 9, 10	**Ciclo de transformación completo** : planificar → actuar → interiorizar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Estrategias de comunicación (empresas)	6, 8, 9	Aplicación en un contexto profesional
Iniciativas (proyectos) para reducir el uso de plástico.	5, 6, 8, 9, 10	Implementación de nuevos roles Integración de nuevos aprendizajes
Seminarios de EDU4PlastiCircular	9, 10	Reintegración a la identidad profesional/académica

Mesa7.2La progresión del aprendizaje transformador en los módulos circulares de EDU4Plasti

Etapa en el proceso de aprendizaje	Módulos	Fases de Mezirow
Concienciación y disrupción	Módulo 1	1 – 3
comprensión de sistemas	Módulo 2	1 – 4
Replantear el enfoque y la responsabilidad	Módulo 3	3 – 6
Innovación y experimentación	Módulo 4	5 – 9
Transformación del comportamiento	Módulo 5	6 – 10

A partir de la información presentada en la Tabla 7.1, se puede concluir que los módulos de EDU4PlastiCircular no conciben el aprendizaje transformador como un momento pedagógico aislado. Las fases de Mezirow se distribuyen a lo largo de los módu los, lo que garantiza un proceso de transformación acumulativo y estructurado, siguiendo una trayectoria transformadora progresiva (Tabla 7.2).

El aprendizaje transformador de la iniciativa EDU4PlastiCircular está respaldado por varios mecanismos de aprendizaje.

Alteración cognitiva a través de dilemas desorientadores -El proceso de aprendizaje transformador comienza por cuestionar las ideas preco ncebidas de los alumnos sobre los plásticos y la sostenibilidad mediante actividades de aprendizaje cuidadosamente diseñadas que generan una disrupción cognitiva.

Actividades como "El panorama general de los plásticos" (utilizando el método de los seis sombreros para pensar), investigaciones de laboratorio sobre microplásticos en el agua, el aire y los textiles, y análisis de los ciclos de vida de los productos y la s vías de contaminación, exponen a los estudiantes a las contradicciones inherentes entre los beneficios sociales de los plásticos y sus consecuencias ambientales.

Al revelar impactos ocultos, como la contaminación por microplásticos, el agotamiento de los recursos y la contaminación sistémica, las actividades animan a los estudiantes a cuestionar los modelos lineales convencionales de producción y consumo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

La disonancia cognitiva resultante actúa como catalizador del cambio conceptual, permitiendo a los es tudiantes reemplazar las perspectivas fragmentadas por modos de pensamiento circulares y orientados al sistema.

Reflexión crítica y construcción de significado -El aprendizaje transformador se refuerza mediante oportunidades estructuradas para la reflexión crítica, lo que permite a los estudiantes interpretar experiencias, reevaluar suposiciones y construir nuevos significados.

Las actividades de aprendizaje reflexivo incluyen diarios de consumo de plástico, reflexiones sobre prácticas profesionales basadas en el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb, análisis éticos de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y reflexiones posteriores a debates sobre estudios de caso. Estas actividades se apoyan en diarios reflexivos, preguntas guiadas, debates colaborativos y marcos para la toma de decisiones éticas.

Mediante este proceso reflexivo, los estudiantes evalúan críticamente sus valores y creencias, reconocen las conexiones entre los comportamientos individuales y los impactos ambientales sistémicos, y desarrollan habilidades metacognitivas que favorecen el aprendizaje profesional continuo.

Discurso social y construcción colaborativa del conocimiento -El proceso transformador se ve reforzado aún más mediante entornos de aprendizaje colaborativo que pro mueven el diálogo, la interacción entre pares y la negociación de significados.

Los enfoques pedagógicos como el aprendizaje por intercambio de ideas, los debates estructurados sobre iniciativas para eliminar el plástico, los ejercicios de dramatización con las partes interesadas que abordan la Responsabilidad Extendida del Productor y los proyectos grupales colaborativos exponen a los estudiantes a múltiples perspectivas y puntos de vista alternativos.

Estas interacciones sociales permiten a los estudiante s validar, cuestionar o revisar sus propios conocimientos, al tiempo que desarrollan interpretaciones compartidas de los complejos desafíos de la sostenibilidad. En consecuencia, la reflexión individual se transforma en la construcción colectiva del conoci miento, una característica esencial del aprendizaje transformador.

De la reflexión a la acción -El aprendizaje transformador alcanza su dimensión práctica cuando los estudiantes traducen los conocimientos y las perspectivas recién adquiridas en acciones co ncretas.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Las actividades de aprendizaje de alto impacto —que incluyen el diseño de campañas de sensibilización basadas en la Teoría del Comportamiento Planificado, desafíos de ecodiseño, talleres de diseño de soluciones y prácticas profesionales — exigen qu e los estudiantes desarrollen e implementen intervenciones que aborden los desafíos reales de la circularidad del plástico. En lugar de limitarse a analizar los problemas ambientales, los estudiantes se convierten en diseñadores activos de soluciones soste nibles.

Por lo tanto, la transformación se hace observable a través del cambio de comportamiento, los resultados innovadores de los proyectos y el desarrollo de soluciones de ingeniería prácticas.

Aprendizaje experiencial iterativo -El marco educativo inte gra el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb, vinculando sistemáticamente la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa.

Las actividades de aprendizaje, en particular las prácticas profesi onales y las experiencias basadas en proyectos, animan a los estudiantes a aplicar repetidamente los conocimientos teóricos, reflexionar sobre sus experiencias, perfeccionar su comprensión y probar soluciones mejoradas.

Este proceso iterativo garantiza que el aprendizaje sea continuo en lugar de episódico, lo que permite que la transformación surja progresivamente a través de la integración de la práctica y la reflexión.

Desarrollo del pensamiento sistémico -El pensamiento sistémico representa una de las competencias centrales que se desarrollan a través del aprendizaje transformador.

Actividades como la evaluación del ciclo de vida (ACV), el mapeo de las vías de contaminación, el análisis del flujo de materiales y la modelización de la economía circular per miten a los estudiantes comprender los plásticos como componentes de sistemas ambientales, tecnológicos, económicos y sociales interconectados.

Al analizar las interacciones a lo largo de toda la cadena de valor del plástico, los estudiantes pasan de un ra zonamiento reduccionista y lineal a un pensamiento holístico y sistémico. Esta transformación modifica radicalmente su comprensión de los desafíos de la sostenibilidad y fomenta una toma de decisiones de ingeniería más informada.

Transformación de la ident idad y los valores profesionales -La etapa final del aprendizaje transformador implica la evolución de la identidad profesional y la responsabilidad ética de los estudiantes.

Las actividades educativas sobre Responsabilidad Extendida del Productor (REP), é tica ambiental, responsabilidad corporativa y participación ciudadana animan a los

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

estudiantes a reflexionar sobre su papel en los sistemas sociotécnicos. Como resultado, los alumnos se redefinen progresivamente, pasando de ser usuarios pasivos o diseñador es de productos plásticos a ingenieros responsables y tomadores de decisiones capaces de influir en la producción, el consumo y la gobernanza sostenibles.

Este cambio de identidad representa uno de los resultados más significativos del aprendizaje transfor mador, ya que integra la competencia técnica con el compromiso ético y la responsabilidad a largo plazo en las transiciones hacia la economía circular.

En conclusión, el ecosistema de aprendizaje EDU4PlastiCircular fomenta el aprendizaje transformador medi ante la integración sistemática de experiencias que desorientan, la reflexión crítica, el diálogo colaborativo y tareas orientadas a la acción dentro de un marco digital basado en competencias. A través de ciclos experienciales iterativos y análisis sistém icos, se guía a los estudiantes desde la adquisición de conocimientos hasta la transformación de su comportamiento e identidad, lo que permite la internalización de los principios de la Economía Circular y las prácticas sostenibles.

7.3 Enfoque y métodos de en señanza en línea (MOOC)

La formación EDU4PlastiCircular podría impartirse en línea como MOOC (Curso Online Masivo y Abierto) con todos los componentes, incluyendo la entrega de contenido, la interacción y la evaluación, realizándose exclusivamente a través de la plataforma en línea EDU4PlastiCircular (https://elearningproject.eu/De esta manera, los participantes pueden continuar su educación sin necesidad de estar físicamente presentes en un aula física (Draghici et al., 2025).

Los conceptos clave se presentarán mediante presentaciones con elementos multimedia o videoclases. Para facilitar la comprensión del contenido del curso, se prepararán recursos complementarios (por ejemplo, referencias de código abierto, webography con casos prácticos, buenas prácticas y noticias, materiales multimedia, estudios de caso, etc.). Los participantes también tendrán acceso a recursos adicionales que podrán consultar si desean ampliar sus conocimientos.

Para garantizar la participación activa de los alumnos durante el proceso de aprendizaje, los cursos incluirán actividades individuales y colaborativas en un entorno en línea. Por ejemplo, los participantes tendrán la oportunidad de participar en foros en línea para debatir el contenido del curso, formular preguntas y compartir ideas con sus compañeros, convirtiendo así los foros de debate en un espacio para el aprendizaje colaborativo y la creación de comunidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Los instructores del curso en línea estarán disponibles para brindar orientación y aclaraciones durante el mismo. Interactuarán con los participantes (estudiantes, futuros instructores, etc.) en un entorno virtual. Por lo tanto, además de las competencias docentes, los instructores deben poseer un conjunto de competencias que se ajusten a los desafíos de los entornos de aprendizaje en línea y al uso de herramientas digitales.

Los formadores en línea deben poseer las siguientes competencias y habilidades:

- **Estrategias de enseñanza**: habilidades para utilizar estrategias eficaces para facilitar el aprendizaje en línea, incluyendo el diseño de contenido atractivo, la moderación de debates, la promoción de actividades colaborativas, la moderación de foros y el fomento de la interacción entre los participantes.
- **Habilidades interpersonales, interculturales y de comunicación**: sólidas habilidades de comunicación escrita y verbal para articular información de manera clara y eficiente en un entorno en línea, responder adecuadamente a las preguntas e inquietudes de los participantes, motivarlos a mantenerse comprometidos y completar el curso y, al mismo tiempo, comprender y respetar los diversos orígenes culturales.
- **Evaluación y retroalimentación**: competencia para diseñar actividades de evaluación que estén alineadas con los resultados de aprendizaje y en diversos formatos (como cuestionarios, debates en foros y tareas prácticas) y competencia para proporcionar retroalimentación oportuna a los participantes que atienda sus necesidades y desafíos individuales.
- **Habilidades de colaboración**: competencia para trabajar en colaboración con otros instructores para garantizar un entorno de aprendizaje eficaz y de apoyo para los participantes.
- **Gestión del tiempo**: habilidades eficaces de gestión del tiempo para realizar múltiples tareas, responder con prontitud a las consultas de los participantes y cumplir con los plazos.
- **Competencia técnica**: competencia en el uso de la plataforma en línea (LMS) en el rol de instructor y otras herramientas digitales para la comunicación, las actividades de aprendizaje y la retroalimentación, incluidas las herramientas de videoconferencia y colaboración, así como para solucionar problemas técnicos que puedan encontrar los participantes y brindarles asistencia.

7.4 Métodos de evaluación y reconocimiento

Se planificarán actividades de evaluación a lo largo de los cursos. Se utilizarán los siguientes métodos de evaluación:

- Pruebas y cuestionarios en línea;

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- Debates en línea;
- Tareas como: tareas prácticas individuales y grupales; tareas de resolución de proyectos/problemas; estudios de caso y mejores prácticas; desarrollo de ensayos; narración de historias sobre un tema específico; desarrollo de proyectos; investigaciones con soluciones propuestas; experiencias al aire libre y visitas a zonas contaminadas; reuniones con las partes interesadas, etc.);
- Impartición de formación, tutoría online (solo para formadores).

Se fomentará la participación activa mediante la revisión por pares. Esta revisión se utilizará para evaluar las tareas prácticas incluidas en los módulos de aprendizaje, permitiendo a los participantes compartir su trabajo y evaluar las soluciones presentadas por sus compañeros. Este enfoque refuerza la comprensión del contenido del curso y aporta diversas perspectivas, fomentando así un sentido de aprendizaje dentro de la comunidad.

Insignias digitales Se utilizará como mecanismo de gamificación para crear un entorno de aprendizaje gratificante y mejorar la experiencia general de aprendizaje, fomentando la motivación, el compromiso y la participación activa. Al otorgar insignias digitales por las actividades completadas con éxito, los participantes recibirán retroalimentación continua y una representación visual de sus logros como reconocimiento a su esfuerzo.

Trabajo final del curso Serán evaluados por los instructores del curso (miembros del consorcio del proyecto) según criterios predefinidos y los participantes recibirán retroalimentación oportuna. Se otorgarán los siguientes reconocimientos:

- Los participantes que completen algunas actividades recibirán un “Certificado de Asistencia de EDU4PlastiCircular”;
- Los participantes que completen un módulo recibirán una insignia específica de “EDU4PlastiCircular”.
- Los participantes que completen todas l as actividades requeridas en la plataforma de aprendizaje electrónico, para los cinco módulos, recibirán las cinco insignias específicas de “EDU4PlastiCircular”;
- **Los entrenadores recibirán una información específica.** La insignia "EDU4PlastiCircular" reconoc e su contribución al desarrollo y la puesta en marcha del programa de formación (en sus propias instituciones o con otros participantes), y además deben tener al menos un artículo publicado relacionado con el proyecto EDU4PlastiCircular o la implementación del programa de formación.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

7.5 Referencias

Alam, A. (2022). Trazando un futuro sostenible a través de la conceptualización de un marco de aprendizaje transformador, educación para el desarrollo sostenible, reflexión crítica y ciudadanía responsable: una exploración de pedagogías para el aprendizaje del siglo XXI. Electrochemical Society Transactions, 107(1), 9827-9840.

Barrabás, M. (2025). La pedagogía Gestalt como inspiración para la escuela moderna. Lubelski Rocznik Pedagogiczny, 44(4), 65–76.https://doi.org/10.17951/lrp.2025.44.4.65-76

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: Marco europeo de competencias en sostenibilidad (JRC128040). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.https://doi.org/10.2760/13286

Draghici, A., Boatca, ME, Lungu, I., Damaschin-Tecu, R., Cioata, IG, & Ciof, CC (2025). Soluciones digitales y de sostenibilidad en la educación superior para la sensibilización sobre la economía circular. Un enfoque teórico con debate de estudio de caso. Boletín científico de la Universidad Politécnica de Timişoara - Transacción en ingeniería y gestión, 11(2), 44.

Comisión Europea (2020). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Un nuevo Plan de Acción de Economía Circular para una Europa más limpia y competitiva (COM/2020/98 final). Comisión Europea.

Kılıç, AG, & Parsıl, Ü. (2023). Perspectiva de la teoría de la Gestalt y la educación artística. Revista de Pedagogía y Ciencias de la Educación, 3(1), 1–12.https://doi.org/10.56741/jpes.v3i01.445

Lundgren, H., & Poell, RF (2016). Sobre la reflexión crítica: Una revisión de la teoría de Mezirow y su operacionalización. Human Resource Development Review, 15(1), 3-28.

Wang, Y., Sommier, M., & Vasques, A. (2022). Educación para la sostenibilidad en instituciones de educación superior: Pedagogías y competencias de los estudiantes. International Journal of Sustainability in Higher Education, 23(8), 174–193.https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2021-0465

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

8 Prácticas culturales en la aplicación de EDU4PlastiCircular. Promoción de los valores europeos.

8.1 Sensibilidad cultural. Análisis de prácticas culturales en la aplicación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular.

Formación en habilidades ecológicas y competencias de sostenibilidad dentro delProyecto EDU4PlastiCircularrequiere un alto grado de sensibilidad cultural. Debido a que la asociación abarca países con historias socioeconómicas e infraestructuras de reciclaje diversas (Rumania, Eslovenia, Italia y España), los educadores no pueden tratar las habilidades verdes como datos puramente técnicos. Aquí están las ideas clave para mantener la sensibilidad cultural durante la capacitación, mapeadas a los objetivos del proyecto y laMarco Europeo de Competencias en Sostenibilidad (GreenComp):

1. **Reconocer las diferentes realidades de base.** La formación en competencias medioambientales suele partir de la premisa de que todo el mundo tiene acceso a los mismos recursos. En un proyecto multicultural de la UE, esta premisa genera resistencia.
2. **Desburocratizar los valores europeos** -La enseñanza de valores medioambientales a veces puede percibirse como una imposición burocrática vertical, especialmente en culturas poscomunistas o regiones escépticas ante la gobernanza centralizada.
3. **Equilibrar la visión de futuro con el pragmatismo económico inmediato.** El marco de GreenComp hace mucho hincapié en la visión de futuro y la planificación a largo plazo, lo que puede entrar en conflicto con la mentalidad centrada en la supervivencia económica inmediata.
4. **Adaptarse a los estilos locales de comunicación y educación.** Las distintas culturas europeas tienen tradiciones educativas variadas, que oscilan entre modelos autoritarios de aprendizaje pasivo y modelos altamente participativos.
5. **Respetar el peso cultural del consumo y la estética.** El uso del plástico suele estar ligado a conceptos culturales de higiene, estatus y apariencia.

La implementación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular plantea desafíos culturales específicos, ya que no se trata solo de una tarea técnica, sino de un cambio de mentalidad. Acontinuación, se presentan los principales obstáculos culturales

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

que pueden surgir, junto con su descripción y las prácticas o recomendaciones que deben adoptarse en el contexto del desarrollo de competencias ecológicas (con valiosos comentarios de (van den Berg et al., 2024; Işman et al., 2025):

1. **La cultura del "uso único"** -En muchas regiones, la comodidad de los productos desechables está profundamente arraigada. Cambiar los hábitos diarios suele percibirse como un esfuerzo incómodo o un retroceso en la calidad de vida.
2. **Resistencia a la transparencia y la rendición de cuentas** -La economía circular exige que empresas y consumidores reconozcan el impacto negativo de sus propias acciones. A menudo existe una barrera cultural que dificulta asumir la responsabilidad del ciclo de vida completo de un producto.
3. **Infraestructura y diferencias normativas entre estados** -Dado que el proyecto involucra a países como Rumania, Italia, España y Eslovenia, existen diferentes normas culturales en cuanto al reciclaje. Lo que se considera una práctica habitual en un país puede verse como algo opcional o demasiado complicado en otro.
4. **Escepticismo ante el cambio climático y las políticas medioambientales** - Algunos grupos culturales consideran las políticas medioambientales europeas como una imposición externa o una amenaza para la estabilidad económica, lo que dificulta la enseñanza de los valores europeos.
5. **Enfoque en el beneficio inmediato frente a la sostenibilidad a largo plazo** -En la cultura empresarial tradicional, el éxito se mide por la obtención de beneficios rápidos. La idea de la economía circular, que requiere grandes inversiones iniciales, choca con la mentalidad de "beneficio hoy, problema mañana".
6. **Brechas digitales y generacionales** -Dado que el proyecto utiliza herramientas digitales, existe el riesgo de que ciertos segmentos de la población o educadores de mayor edad se muestren reacios a adoptar nuevas plataformas, prefiriendo los métodos tradicionales.
7. **Falta de colaboración comunitaria** -La economía circular depende de la colaboración (compartir, reparar, reutilizar). En culturas con un marcado individualismo, el concepto de "recursos comunes" o "reparación colectiva" es difícil de implementar.

Estas siete prácticas reflejan los objetivos principales del proyecto Erasmus+ EDU4PlastiCircular para fomentar las competencias ecológicas, mejorar la conciencia ambiental y promover un futuro sostenible y climáticamente neutro.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

8.1.1 Comparación cultural basada en las dimensiones de Gert Hofstede

La teoría de las dimensiones culturales de Geert Hofstede es un marco para la comunicación intercultural, desarrollado a partir del análisis de cómo la cultura influye en los valor es del entorno laboral. Basándose en un estudio a gran escala de empleados de IBM en diversos países, Hofstede identificó seis dimensiones clave que diferencian una cultura de otra (Tabla 8.1).

1. Índice de Distancia de Potencia (IDP)

Esta dimensión expres a el grado en que los miembros menos poderosos de una sociedad aceptan y esperan que el poder se distribuya de forma desigual.

- **Alto PDI:** La gente acepta un orden jerárquico en el que cada uno tiene su lugar y que no necesita más justificación. La centralización es popular y los subordinados esperan que se les diga qué hacer.
- **PDI bajo:** Las personas se esfuerzan por igualar la distribución del poder y exigen justificación para las desigualdades de poder. El liderazgo suele ser consultivo.

2. Individualismo vs. Colectivismo (IDV)

Esto se centra en el grado en que las personas de una sociedad están integradas en grupos.

- **Individualismo:** Preferencia por un marco social poco estructurado en el que se espera que los individuos se ocupen únicamente de sí mismos y de sus familias inmediatas.
- **Colectivismo:** Preferencia por una estructura social muy cohesionada en la que los individuos puedan esperar que sus familiares o miembros de un grupo determinado cuiden de ellos a cambio de una lealtad incondicional.

3. Masculinidad vs . Feminidad (MAS)

Esta dimensión se relaciona con la distribución de roles entre los géneros y los principales impulsores de la cultura.

- **Masculinidad** Representa una preferencia social por el logro, el heroísmo, la asertividad y las recompensas materiales por el éxito. La sociedad en general es más competitiva.
- **Feminidad** Representa la preferencia por la cooperación, la modestia, el cuidado de los débiles y la calidad de vida. La sociedad en general está más orientada al consenso.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4. Índice de evitación de la i ncertidumbre (UAI)

El UAI analiza la tolerancia de una sociedad a la ambigüedad y la incertidumbre. Indica hasta qué punto una cultura programa a sus miembros para sentirse incómodos o cómodos en situaciones no estructuradas.

- **Alto UAI:** Mantienen códigos rígidos de creencias y conductas, y son intolerantes con las ideas y comportamientos poco ortodoxos. Existe una necesidad emocional de que se respeten las normas.
- **UAI bajo:** Las sociedades mantienen una actitud más relajada en la que la práctica cuenta más que los principios.

5. Orientación normativa a largo plazo frente a orientación normativa a corto plazo (OLP)

Toda sociedad debe mantener ciertos vínculos con su pasado al tiempo que afronta los retos del presente y del futuro.

- **A largo plazo:** Las culturas fomentan el ahorro y el esfuerzo en la educación moderna como forma de prepararse para el futuro. Valoran la perseverancia y la adaptación.
- **Corto plazo:** Las sociedades prefieren mantener las tradiciones y normas ancestrales, y ven con recelo los cambios sociales. Valoran el orgullo nacional y el cumplimiento de las obligaciones sociales.

6. Indulgencia frente a restricción (IVR)

Esta es la dimensión más reciente añadida al modelo, que se centra en la libertad de satisfacer los deseos humanos básicos.

- **Indulgencia:** Una sociedad que permite la satisfacción relativamente libre de los impulsos humanos básicos y naturales relacionados con el disfrute de la vida y la diversión.
- **Restricción:** Una sociedad que reprime la satisfacción de las necesidades y la regula mediante normas sociales estrictas.

Tabla 8.1 Resumen de la teoría de las dimensiones culturales de Geert Hofstede

Dimensión	Enfoque principal	Rasgo de puntua ción alta	Rasgo de puntuación baja
Distancia de potencia	Igualdad vs. Jerarquía	Respeto a la autoridad	Estructuras planas

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Individualismo	"Yo" vs. "Nosotros"	Logro personal	Armonía de grupo
Masculinidad	Duro versus tierno	Competencia y poder	Cooperación y atención
Evitar la incertidumbre	Comodidad con el riesgo	Reglas/lógica estrictas	Flexibilidad/Tolerancia
Orientación a largo plazo	Futuro versus pasado	Persistencia/Ahorro	Tradición/Estabilidad
Indulgencia	Libertad versus deber	Optimismo/Ocio	Pesimismo/Control

A continuación, se analizarán las similitudes y diferencias culturales utilizando la herramienta de comparación de países de Gert Hofstede, el Modelo 6 -D©. El objetivo de este enfoque es comprender mejor las particularidades y diferenci as en la implementación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular (que desarrolla las competencias ecológicas de diferentes grupos objetivo).

El análisis seguirá las 6 dimensiones del modelo de Gert Hofstede y se realizará para cada país (las bases del Modelo 6 -D©), como se describe en la Figura 8.1. Si exploramos la cultura de los países a través del Modelo 6 -D©, podemos obtener una buena visión general de los factores determinantes de cada una de sus culturas en relación con otras cultu ras del mundo.

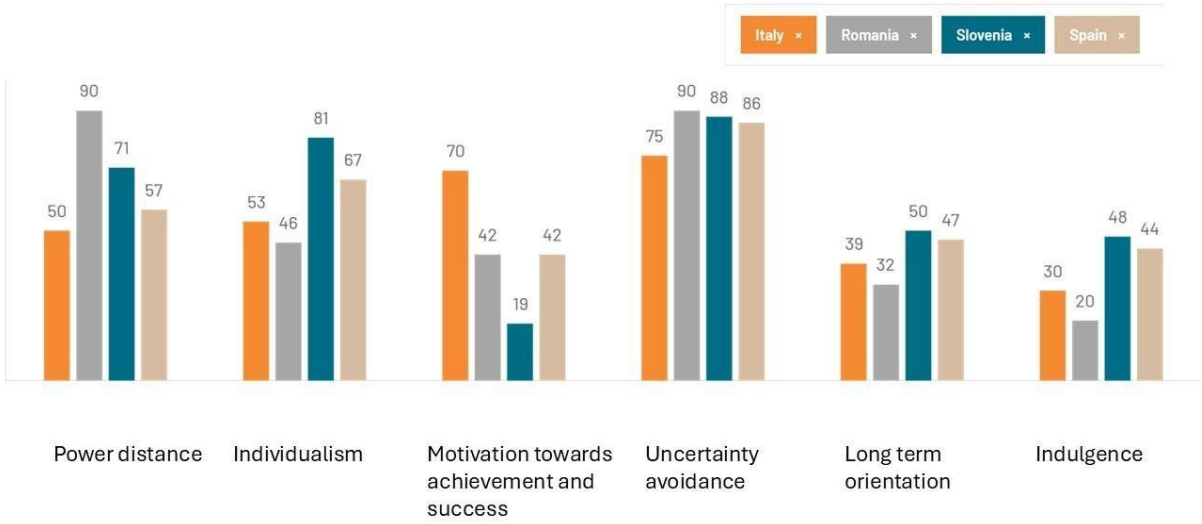


Fig. 8.1 Los resultados de la herramienta de comparación de países entre los miembros socios de EDU4PlastiCircular (desarrollada utilizando: https://www.theculturefactor.com/country -comparison-tool?countries=italy%2Cromania%2Cslovenia%2Cspain)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Análisis de la dimensión de la distancia de poder por país

Rumania obtiene una puntuación alta en esta dimensión (90), lo que significa que la gente acepta un orden jerárquico en el que todos tienen un lugar y que no necesita más justificación. La jerarquía en una organización se percibe como un reflejo de desigualdades inherentes, la centralización es popular, los subordinados esperan que se les diga qué hacer y el jefe ideal es un autócrata benevolente.

Con una puntuación de 50, el norte de Italia tiende a preferir la igualdad y la descentralización del poder y la toma de decisiones. El control y la supervisión formal suelen ser rechazados por la generación más joven, que muestra preferencia por el trabajo en equipo y un estilo de gestión abierto. Cabe destacar que la alta puntuación en Individualismo acentúa la aversión a ser controlado y a que se le diga qué hacer. En el sur de Italia, todas las consecuencias del índice de distancia de poder suelen ser elevadas, lo contrario que en el norte.

Eslovenia obtiene una puntuación alta en esta dimensión (71), lo que significa que la gente acepta un orden jerárquico en el que cada uno tiene su lugar y que no requiere mayor justificación. La jerarquía en una organización se percibe como un reflejo de desigualdades inherentes, la centralización es popular, los subordinados esperan que se les diga qué hacer y el jefe ideal es un autócrata benevolente.

La puntuación de España en esta dimensión (57) es alta, lo que indica que España tiene una sociedad jerárquica. Esto significa que la gente acepta un orden jerárquico en el que cada uno tiene su lugar y que no requiere mayor justificación. La jerarquía en una organización se percibe como un reflejo de desigualdades inherentes, la centralización es común, los subordinados esperan que se les diga qué hacer y el jefe ideal es un autócrata benevolente.

Análisis de la dimensión del individualismo por país

Rumania, con una puntuación de 46, se considera una sociedad colectivista. Esto se manifiesta en un compromiso estrecho y duradero con el grupo al que se pertenece, ya sea la familia, la familia extensa o las relaciones familiares. La lealtad es primordial en una cultura colectivista y prevalece sobre la mayoría de las demás normas y reglamentos sociales. La sociedad fomenta relaciones sólidas donde cada persona se responsabiliza de los demás miembros de su grupo. En las sociedades colectivistas, la ofensa conlleva vergüenza y desprestigio, las relaciones empleador/empleado se perciben en términos morales (como un vínculo familiar), las decisiones de contratación y ascenso tienen en

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

cuenta el grupo al que pertenece el empleado y la gestión se centra en la gestión de grupos.

Con una puntuación de 53, Italia no muestra una marcada preferencia por ninguno de los extremos de la escala. Sin embargo, se observa una división regional: el norte y el centro de Italia poseen una cultura individualista, especialmente en las grandes y prósperas ciudades, donde la gente puede sentirse sola incluso en medio de una multitud bulliciosa. Para los italianos, tener sus propias ideas y objetivos en la vida es muy motivador, y el camino hacia la felicidad reside en la realización personal. El sur de Italia se sitúa en el lado colectivista de la escala: la red familiar y el grupo al que se pertenece son aspectos sociales importantes, y rituales como bodas o comidas dominicales en familia son ocasiones imperdibles. Quienes viajan del sur al norte de Italia afirman sentir frialdad no solo por el clima diferente, sino también por la menor calidez en las relaciones.

Eslovenia, con una puntuación de 81, es una sociedad individualista. Esto significa que existe una marcada preferencia por una estructura social poco cohesionada en la que se espera que los individuos se ocupen únicamente de sí mismos y de sus familias inmediatas. En las sociedades individualistas, la ofensa genera culpa y pérdida de autoestima; la relación empleador/empleado se basa en un contrato de beneficio mutuo; las decisiones de contratación y ascenso se fundamentan exclusivamente en el mérito; y la gestión se centra en la gestión de individuos.

España, con una puntuación de 67, es una sociedad individualista. Esto significa que existe una marcada preferencia por una estructura social flexible en la que se espera que los individuos se ocupen únicamente de sí mismos y de sus familias inmediatas. En las sociedades individualistas, la ofensa genera culpa y pérdida de autoestima; la relación empleador/empleado se basa en un contrato de beneficio mutuo; las decisiones de contratación y promoción se fundamentan exclusivamente en el mérito; y la gestión se centra en la gestión de individuos. Esto ha facilitado la relación de los españoles con ciertas culturas —principalmente no europeas—, mientras que otras pueden percibirse como agresivas y directas. Por otro lado, el trabajo en equipo se considera algo natural; los empleados tienden a trabajar de esta manera sin necesidad de una fuerte motivación por parte de la dirección.

Análisis de la dimensión de la motivación hacia el logro y el éxito por país

Rumania obtiene una puntuación de 42 en Motivación hacia el Logro y el Éxito, por lo que se la considera una sociedad relativamente consensuada. En los países con baja

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

puntuación en Motivación hacia el Logro y el Éxito, el enfoque se centra en "trabajar para vivir". Los directivos busc an el consenso y las personas valoran la igualdad, la solidaridad y la calidad en su vida laboral. Los conflictos se resuelven mediante el compromiso y la negociación. Se favorecen incentivos como el tiempo libre y la flexibilidad. El enfoque está en el bi enestar y no se hace alarde del estatus.

Con una puntuación de 70, Italia es una sociedad decidida, altamente orientada al éxito y ambiciosa. Desde pequeños, se enseña a los niños que la competencia es buena y que ser un ganador es importante en la vida. L os italianos demuestran su éxito adquiriendo símbolos de estatus como un coche de lujo, una casa grande, un yate y viajes a países exóticos. Dado que el entorno laboral es el lugar donde cada italiano puede alcanzar el éxito, la competencia entre compañero s por progresar profesionalmente puede ser muy intensa.

Eslovenia obtiene una puntuación de 19 en Motivación hacia el Logro y el Éxito, por lo que se la considera una sociedad de consenso. En los países con baja puntuación en Motivación hacia el Logro y el Éxito, el enfoque se centra en "trabajar para vivir". Los directivos buscan el consenso y las personas valoran la igualdad, la solidaridad y la calidad en su vida laboral. Los conflictos se resuelven mediante el compromiso y la negociación. Se favorecen i ncentivos como el tiempo libre y la flexibilidad. El enfoque está en el bienestar y no se hace alarde del estatus.

España obtiene una puntuación de 42 en Motivación hacia el Logro y el Éxito, y es un país donde la palabra clave es consenso. La polarización no está bien vista ni la competitividad excesiva es bien vista. Los niños españoles se educan en busca de la armonía, negándose a tomar partido o destacar. Existe una preocupación por las personas débiles o necesitadas que genera una corriente natural de simpatía. En cuanto a la gestión, los directivos suelen consultar a sus subordinados para conocer sus opiniones y, en función de ellas, tomar decisiones. En política, es deseable contar con la participación de todas las minorías para evitar la presencia do minante de un solo partido ganador. En esta sociedad, es el país opuesto a la mentalidad de "el ganador se lo lleva todo".

Análisis de la dimensión de evitación de la incertidumbre por país

Rumania obtiene una puntuación de 90 en esta dimensión y, por lo tanto, tiene una marcada preferencia por evitar la incertidumbre. Los países con alta aversión a la incertidumbre mantienen códigos rígidos de creencias y comportamientos, y son intolerantes con las ideas y conductas poco convencionales. En estas culturas, existe una necesidad emocional de seguir reglas (aunque estas parezcan no funcionar), el tiempo es

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

oro, las personas tienen un impulso interno de estar ocupadas y trabajar duro, la precisión y la puntualidad son la norma, la innovación puede ser rechazada y la seguridad es un elemento importante en la motivación individual.

Con una puntuación de 75, Italia tiene una alta puntuación en Aversión a la Incertidumbre, lo que significa que, como nación, los italianos no se sienten cómodos en situaciones ambiguas . La formalidad es importante en la sociedad italiana, y el código penal y civil italiano es complejo, con cláusulas, codicilos, etc. Lo que sorprende al extranjero es la aparente contradicción entre todas las normas y procedimientos existentes y el hecho de que los italianos no siempre los cumplan. Pero en un país burocrático, uno aprende muy pronto cuáles son importantes y cuáles no, para sobrevivir a la burocracia. En términos laborales, una alta Aversión a la Incertidumbre se traduce en una gran cantida d de planificación detallada. El enfoque de baja Aversión a la Incertidumbre (donde el proceso de planificación puede ser flexible ante un entorno cambiante) puede ser muy estresante para los italianos.

En Italia, la combinación de una alta masculinidad y una alta aversión a la incertidumbre dificulta y genera mucho estrés en la vida. Para liberar la tensión acumulada durante el día, los italianos necesitan momentos de relajación y bienestar, como disfrutar de una comida prolongada o tomar café con frecuenc ia. Debido a su alta puntuación en esta dimensión, son personas muy apasionadas: sus emociones son tan intensas que no pueden reprimirlas y deben expresarlas, especialmente mediante el lenguaje corporal.

Eslovenia obtiene una puntuación de 88 en esta dimen sión y, por lo tanto, muestra una marcada preferencia por evitar la incertidumbre. Los países con alta aversión a la incertidumbre mantienen códigos rígidos de creencias y comportamientos, y son intolerantes con las ideas y conductas poco convencionales. E n estas culturas, existe una necesidad emocional de seguir reglas (aunque parezcan no funcionar), el tiempo es oro, las personas tienen un impulso interno de estar ocupadas y trabajar duro, la precisión y la puntualidad son la norma, la innovación puede se r rechazada y la seguridad es un elemento importante en la motivación individual.

Si hay una dimensión que define a España con claridad, es la aversión a la incertidumbre, reflejada en una puntuación alta de 86. España es considerada el segundo país más ru idoso del mundo. A la gente le gusta tener reglas para todo, los cambios generan estrés, pero, al mismo tiempo, se ven obligados a evitar normas y leyes que, de hecho, complican la vida. Se evita la confrontación, ya que provoca un gran estrés y se extiend e rápidamente al ámbito personal. Existe una gran preocupación por los cambios en situaciones ambiguas e indefinidas. Así, por ejemplo, en una encuesta muy reciente, el 75% de los jóvenes españoles deseaba trabajar en la administración pública (es decir, u n

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

trabajo para toda la vida, sin preocupaciones sobre el futuro), mientras que en Estados Unidos solo el 17% de los jóvenes lo desearía.

Análisis de la dimensión de orientación a largo plazo por país

Rumania obtiene una puntuación de 32 en esta dimensión, lo que significa que posee una cultura normativa. Las personas en estas sociedades se preocupan profundamente por establecer la Verdad absoluta; su pensamiento es normativo. Demuestran un gran respeto por las tradiciones, una propensión relativamente baja al ahorro para el futuro y se centran en lograr resultados rápidos.

Italia, con una puntuación de 39 en esta dimensión, demuestra que su cultura es normativa. En estas sociedades, las personas se preocupan profundamente por establecer la Verdad absoluta y su pensamiento es normativo. Exhiben un gran respeto por las tradiciones, una propensión relativamente baja al ahorro y se centran en obtener resultados rápidos.

Con una puntuación intermedia de 50 en esta dimensión, no se puede determinar una clara prefe rencia por Eslovenia.

A pesar de una puntuación intermedia de 47, España es un país normativo. A los españoles les gusta vivir el presente, sin preocuparse demasiado por el futuro. España es el país que ha dado al mundo el significado de la "fiesta". En Es paña, se buscan resultados rápidos y sin demoras. Además, se valoran las estructuras claras y las normas bien definidas, en contraposición a enfoques más pragmáticos y relajados de la vida, sobre todo a largo plazo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Análisis de la dimensión de la indulg encia por país

Con una puntuación muy baja de 20, la cultura rumana se caracteriza por la moderación. Las sociedades con una puntuación baja en esta dimensión tienden a ser cínicas y pesimistas. Además, a diferencia de las sociedades indulgentes, las socie dades moderadas no dan mucha importancia al tiempo libre y controlan la satisfacción de sus deseos. Las personas con esta orientación perciben que sus acciones están limitadas por las normas sociales y sienten que darse caprichos es, en cierto modo, incorr ecto.

Una puntuación baja de 30 indica que la cultura italiana se caracteriza por la moderación. Las sociedades con una puntuación baja en esta dimensión tienden a ser cínicas y pesimistas. Además, a diferencia de las sociedades indulgentes, las sociedades moderadas no dan mucha importancia al tiempo libre y controlan la satisfacción de sus deseos. Las personas con esta orientación perciben que sus acciones están limitadas por las normas sociales y sienten que darse caprichos es, en cierto modo, incorrecto.

Eslovenia obtiene una puntuación intermedia de 48 en esta dimensión, por lo que no se indica ninguna preferencia.

Con una puntuación baja de 44, España no es una sociedad indulgente. Las sociedades con una puntuación baja en esta dimensión tienden a ser c ínicas y pesimistas. Asimismo, a diferencia de las sociedades indulgentes, las sociedades restrictivas no dan mucha importancia al tiempo libre y controlan la satisfacción de sus deseos. Las personas con esta orientación perciben que sus acciones están lim itadas por las normas sociales y sienten que darse caprichos es, en cierto modo, incorrecto.

8.1.2 Desafíos culturales en Rumania

En el contexto de Rumania, la implementación del proyecto EDU4PlastiCircular implica navegar una combinación única de legado p oscomunista, rápido crecimiento económico y tradiciones educativas específicas (Tutunaru, 2022; Enache et al., 2025; Böcskei et al., 2025).

1. La mentalidad de "limpieza versus reciclaje" -En la cultura rumana, se hace mucho hincapié en la "curățenie" (lim pieza) dentro del hogar, pero esto a menudo no se traslada al espacio público.

- **El desafío:** Es posible que las personas limpien diligentemente sus áreas privadas, pero consideran que la gestión de los residuos públicos es responsabilidad exclusiva del Estado.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Impacto educativo:** Puede que a los profesores les resulte difícil convencer a los alumnos de que la economía circular es un deber cívico y personal, y no solo un servicio gubernamental.

2. Escepticismo ante las políticas "importadas" -A menudo existe un reflejo cultural que lleva a considerar las directivas de la Unión Europea como "imposiciones externas" que no se ajustan a la realidad rumana.

- **El desafío:** Un reciente Estudio MKOR (2024) Se descubrió que el 58% de los rumanos evitan los productos sostenibles debido a sus altos costos y el 35% desconfían de las etiquetas ecológicas.[17].
- **Impacto educativo:** Los educadores deben superar el sentimiento de "forma sin sustancia" (forma fără fond), donde las iniciativas ecológicas se ven como meros trámites burocráticos en lugar de mejoras genuinas.

3. La brecha entre infraestructura y conocimiento -Mientras que programas como RetuRO (el sistema de depósito y devolución) Aunque están ganando terreno, Rumania todavía se enfrenta a una "brecha de cumplimiento" entre los objetivos de la UE y la realidad local (Enache et al., 2025; Draghici et al., 2025).

- **El desafío:** Resulta difícil enseñar prácticas de economía circular en las escuelas si la infraestructura circundante (por ejemplo, contenedores de residuos inteligentes, talleres de reparación locales) es inexistente o ineficiente.
- **Impacto educativo:** Esto crea una desconexión entre la "teoría y la práctica". Los estudiantes aprenden sobre la circularidad en un Biblioteca digital pero vemos cómo aumentan los vertederos locales, lo que puede generar cinismo.

1. **Educación autoritaria frente a educación participativa** -La educación tradicional rumana a menudo ha favorecido un modelo de "receptor pasivo" (Levonian y Joita, 2025; Rajčić et al., 2025).

- **El desafío:** La economía circular requiere pensamiento de diseño y colaboración activa, lo que choca con el enfoque tradicional centrado en el profesor.
- **Impacto educativo:** Los profesores deben alejarse de las clases magistrales y orientarse hacia los "laboratorios de acción", como los que se utilizan en

[17] Más detalles en: https://www.romaniajournal.ro/society-people/romanians-attitude-towards-ethical-consumption/ (Consultado el 23/03/2026)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

elConferencia ErgoWork 2024en Bucarest[18]para fomentar la autonomía estudiantil[19].

5. Pragmatismo económico frente a valores ecológicos -Para muchas familias rumanas, la supervivencia o el crecimiento económico tienen prioridad sobre la preservación del medio ambiente.[20].

- **El desafío:** La mentalidad de "ganancias hoy, problemas mañana" constituye una barrera importante en un país que aún se centra en alcanzar los estándares de vida occidentales.
- **Impacto educativo:** Circular de plástico EDU4Hay que presentar la circularidad no como un "lujo", sino como una forma de ahorrar dinero y crear nuevos empleos "verdes" para que conecte con la mentalidad pragmática rumana. [7]

8.1.3 Los desafíos culturales en Italia

En Italia, la implementación del proyecto EDU4PlastiCircular se topa con un complejo panorama cultural definido por marcados contrastes regionales y una poderosa tradición industrial. Si bien Italia es líder europeo en el reciclaje de residuos industriales, existen barreras específicas a nivel de consumidor y educativo.[21](Mengozzi, 2010; Crociata et al., 2015; Giannoccaro et al., 2021; Lotti et al., 2026).

1. Fragmentación regional (norte vs. sur) -Italia presenta importantes discrepancias en cuanto a la infraestructura de gestión de residuos y la cultura cívica (Pariso & Marino, 2025).

- **El desafío:** Mientras que el Norte (por ejemplo, Lombardía, Véneto) cuenta con sistemas de economía circular muy avanzados, el Sur a menudo se enfrenta a problemas crónicos de recogida de residuos y a una desconfianza histórica hacia las instituciones que gestionan los desechos.
- **Impacto educativo:** Es difícil aplicar un currículo único para todos. Los educadores deben adaptarse al mensaje: en el Norte, el enfoque está en la

[18]Más detalles en:https://microplastics.today/edu4plasticircular-project-highlights-circular-economy-at-ergowork-2024-conference/(Consultado el 23/03/2026)
[19]Más detalles en:https://celtaromania.ro/the-image-of-the-teacher-in-romanian-culture/(Consultado el 23/03/2026)
[20]Más información en:https://www.eea.europa.eu/en(24.03.2026)
[21]Más detalles en:https://microplastics.today/first-press-release-in-italy/(Consultado el 13/03/2026)

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

optimización y la innovación, mientras que en el Sur, la educación debe comenzar por reconstruir la confianza en el sistema público.

2. Resistencia de las pequeñas y medianas empresas (PYME) -La cultura económica italiana se basa en pequeñas y medianas empresas familiares (Pariso & Marino, 2025).

- **El desafío:** Muchas de estas empresas consideran que las regulaciones sobre la circularidad del plástico representan una costosa carga burocrática que amenaza su competitividad. Existe un orgullo por los métodos de producción "tradicionales" que puede resultar difícil de cambiar.
- **Impacto educativo:** La formación debe demostrar que la economía circular no es solo "ecología", sino una ventaja competitiva (ahorro en materias primas) para ganarse el apoyo de los empresarios locales.

3. La cultura de la estética y el empaquetado ("bella figura") -El concepto de "Bella Figura" (causar una buena impresión/apariencia impecable) es fundamental para la cultura italiana, desde la moda hasta la industria alimentaria (Severgnini, 2008; Giannoccaro et al., 2021; Lotti et al., 2026).

- **El desafío:** El diseño de productos italianos suele priorizar la estética sobre la sostenibilidad. Los envases de plástico multicapa, si bien tienen un aspecto "premium", son extremadamente difíciles de reciclar.
- **Impacto educativo:** El proyecto debe enseñar un nuevo tipo de "estética sostenible", convenciendo a estudiantes y diseñadores de que un objeto solo es verdaderamente bello si no contamina al final de su vida útil.

4. Burocracia y escepticismo hacia las regulaciones -Existe una tendencia cultural a ver las nuevas leyes como meras sugerencias u obstáculos que deben ser "sorteados creativamente" (Giannoccaro et al., 2021; Lotti et al., 2026; Di Matteo, 2026).

- **El desafío:** La enseñanza de los valores europeos de cumplimiento y transparencia en la presentación de informes sobre residuos plásticos choca con este muro de escepticismo hacia la autoridad central.
- **Impacto educativo:** La circular EDU4PlastiCircular debe utilizar métodos prácticos (por ejemplo, estudios de casos reales) en lugar de simples presentaciones legales para demostrar los beneficios directos de la transparencia.

5. Hábitos domésticos y consumo de agua embotellada -En los hogares italianos, la tradición y la comodidad son muy valoradas (Giannoccaro et al., 2021; Lotti et al., 2026).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **El desafío:** Italia es uno de los mayores consumidores mundiales de agua embotellada en plástico (más de 200 litros por persona al año), a pesar de la alta calidad del agua del grifo en muchas zonas. Se trata de una barrera cultural profundamente arraigada, vinculada al estatus social y a las costumbres.

- **Impacto educativo:** El cambio debe comenzar en las escuelas para influir en la familia. Los estudiantes se convierten en "embajadores" que deben convencer a padres y abuelos de abandonar hábitos de consumo que generan enormes cantidades de residuos plásticos.

8.1.4 Los desafíos culturales en Eslovenia

Eslovenia presenta un panorama contrastante con el de Rumania, ya que a menudo se la cita como líder europeo en reciclaje y gestión de residuos. Sin embargo, la implementación de EDU4PlastiCircular aún enfrenta desafíos culturales y estructurales específicos de "segunda generación" (Lavtizar et al., 2021; Sodja y Pirnat, 2023; Draghici et al., 2025).

1. La "trampa del reciclaje" (eficiencia frente a prevención) -Eslovenia tiene tasas de reciclaje excepcionalmente altas (superiores al 70 %) y Liubliana fue la primera capital europea del residuo cero.[22].

- **El desafío:** Existe una percepción cultural de que "separar los residuos es suficiente". Si bien los eslovenos son excelentes en el reciclaje,generación de residuos per cápitasigue aumentando.

- **Impacto educativo:** Los educadores deben cambiar el enfoque, pasando de la comodidad del reciclaje a los conceptos más difíciles de rechazar y reducir por completo el uso de plástico.[23].

2. Alta ambición frente a fragmentación -Eslovenia cuenta con sólidas hojas de ruta nacionales (como Visión Eslovenia 2050), pero su implementación real puede ser fragmentada. [5]

- **El desafío:** Fragmentación de la gobernanzaLa limitada integración entre los diferentes sectores (industria frente a educación) sigue siendo un obstáculo.

[22]Más detalles en:https://www.gov.si/en/news/2019-12-10-ljubljana-the-leading-european-capital-on-path-to-zero-waste-society/(Consultado el 12/03/2026)

[23]Más detalles en:https://microplastics.today/workshop_velenje_edu4plasticircular_project/(Consultado el 12/03/2026)

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Impacto educativo:** En proyectos como Circular de plástico EDU4 socios eslovenos como Soluciones de Negocios Digitales de Dermol Hay que trabajar duro para cerrar la brecha entre la teoría verde académica y la práctica industrial real. [6, 7, 8]

3. La brecha entre la educación "instructiva" y la "emancipadora" -La educación eslovena tradicionalmente equilibra la enseñanza de qué hacer (instrumental) y cómo pensar (emancipadora) (Lavtizar et al., 2021).

- **El desafío:** Gran parte de la educación ambiental en Eslovenia ha sido "instrumental", centrada en tareas técnicas como la correcta clasificación de residuos.
- **Impacto educativo:** Para cumplir los objetivos de Circular de plástico EDU4 Los profesores necesitan avanzar hacia métodos "emancipadores" que fomenten el pensamiento crítico sobre el tema. Causas sociales de las crisis ambientales.

4. Presión económica en zonas con alta dependencia del turismo -La economía de Eslovenia depende en gran medida de su "imagen verde" para el turismo (Džajić Uršič, et al., 2025; Pogačar & Gregor-Svetec, 2025).

- **El desafío:** Las comunidades dominadas por el turismo generan aumentos significativos de residuos en verano, a menudo desbordando los sistemas circulares locales.
- **Impacto educativo:** La formación debe ser hiperlocal, enseñando a los estudiantes cómo gestionar el impacto ambiental de las mismas industrias que impulsan su economía local sin comprometer el crecimiento.

5. Br echa digital urbano -rural -Aunque Eslovenia está tecnológicamente avanzada, todavía existe una falta de conocimientos y herramientas para transiciones circulares en empresas más pequeñas o escuelas rurales (Sodja y Pirnat, 2023; Civić et al, 2024).

- **El desafío:** Las pequeñas y medianas empresas (PYME) a menudo carecen de los recursos necesarios para implementar los modelos circulares de alta tecnología que se debaten en los marcos normativos de la UE.
- **Impacto educativo:** Los socios eslovenos deben garantizar herramientas de aprendizaje digital son accesibles y prácticas para los trabajadores "ordinarios", no solo para los innovadores de alta tecnología. [11, 12]

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

8.1.5 Los desafíos culturales en España

En España, la implementación del proyecto EDU4PlastiCircular se beneficia de una cultura pública generalmente receptiva a los temas ecológicos, pero se enfrenta a barreras estructurales y económicas únicas.[24](Bustamante et al., 2025).

1. La cultura del "uso único" en el turismo y la hostelería -España tiene una de las mayores industrias turísticas del mundo, que depende en gran medida de productos plásticos de un solo uso (vasos, cubiertos, envases de alimentos) (Escobar-Sánchez et al., 2025; Di Matteo, 2026).

- **El desafío:** Existe resistencia cultural en el sector de la hostelería, donde el plástico se percibe como más higiénico y económico. En las zonas costeras, el volumen de residuos aumenta exponencialmente durante la temporada alta, saturando los sistemas locales.
- **Impact o educativo:** La formación debe centrarse en soluciones específicas para el sector turístico, enseñando a los futuros gestores cómo implementar alternativas sostenibles sin comprometer la experiencia del turista.

2. La brecha entre la legislación avanzada y la práctica local -España adoptó recientemente leyes ambiciosas (como la Ley de Residuos y Suelos Contaminados para una Economía Circular). [25]), incluido un impuesto al plástico virgen (Bustamante et al., 2025; Escobar-Sánchez et al., 2025; Di Matteo, 2026).

- **El desafío:** Las pequeñas empresas que no estaban preparadas para estos costos adicionales experimentan un "choque cultural". Esto puede generar una actitud defensiva hacia cualquier proyecto educativo sobre el tema.
- **Impacto educativo:** El proyecto debe servi r como guía de "supervivencia económica", explicando cómo la rápida adaptación a las nuevas normas europeas puede evitar multas e impuestos elevados.

3. Diferencias de gestión entre comunidades autónomas -España está muy descentralizada y las políticas med ioambientales varían significativamente entre regiones (por ejemplo, Cataluña frente a Andalucía) (De Stefano y Hernández -Mora, 2018; Brunet, 2022).

[24]Más detalles en: htt ps://www.moeveglobal.com/en/planet -energy/2030 -goals/circular -economy -spain -2030(Consultado el 13/03/2026)
[25]Más detalles en: https://www.manglai.io/en/blog/law -waste -7-2022-changes-penalties (Consultado el 13/03/2026)

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **El desafío:** Los estudiantes y profesionales de una región pueden tener acceso a tecnologías de reciclaje completamente diferentes a las de otra región.
- **Impacto educativo:** Los materiales didácticos deben ser lo suficientemente flexibles como para resultar relevantes tanto para un estudiante en Madrid (entorno urbano denso) como para uno en una zona agrícola donde el principal problema es el plástico utilizado en los invernaderos.

Las principales diferencias de gestión regional en España en 2026 se pueden resumir de la siguiente manera:[26][27](Tabla 8.2):

- **Cataluña se centró en la sostenibilidad urbana y la economía azul,** con intereses principales en[28]:
  - **zonas verdes urbanas** -Para 2026, Cataluña se centrará en gran medida en la implementación de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) en municipios con más de 20.000 habitantes.
  - **Innovación en materia de agua** -Ante la grave sequía, la Agencia Catalana del Agua (ACA) está invirtiendo en mejoras de eficiencia energética para sus 530 depuradoras de aguas residuales con el fin de reducir las emisiones, centrándose especialmente en 137 plantas clave.
  - **economía azul** -El Plan Estratégico 2023-2026 se centra en integrar la política marítima con el desarrollo sostenible.[29].
- **Andalucía se centra en la agricultura, la conservación y los incentivos fiscales,** con intereses principales en[30][31]:
  - **Gestión de la conservación:** Andalucía gestiona el mayor número de espacios naturales protegidos de España, entre los que se incluyen Doñana

[26]Más detalles en:https://vwe.nl/en/news/new-low-emission-zones-in-spain-from-2026-what-you-need-to-know/(Consultado el 13/03/2026)
[27]Más información en:https://www.tourspain.es/consejerias/londres/en/press-releases/five-best-rated-regions-environmental-conservation/(Consultado el 13/03/2026)
[28]Información proporcionada por:https://www.theclimategroup.org/under2-coalition/region/catalonia(Consultado el 13/03/2026)
[29]Más detalles en:https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/country-profiles/spain_en?prefLang=hr(Consultado el 13/03/2026)
[30]Detalles importantes en:https://www.oecd.org/en/publications/environmental-tax-policy-review-of-andalusia_fe6d8b45-en.html(Consultado el 13/03/2026)
[31]Más detalles en:https://iidma.org/en/autonomous-communities-facing-the-climate-crisis-the-value-of-multilevel-climate-governance/(Consultado el 13/03/2026)

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

y Sierra Nevada, logrando un equilibrio entre el turismo de alta actividad y la protección del medio ambiente.

- **Fiscalidad y medio ambiente:** La región utiliza una política fiscal regional para gestionar los costes ambientales externos, en particular los relacionados con el consumo de agua y la contaminación atmosférica.
- **Adaptación agrícola:** Debido a su alta vulnerabilidad a la desertificación, la estrategia medioambiental de Andalucía está muy integrada con la gestión del agua en las zonas rurales y agrícolas, y con el fomento de la adopción de energías renovables entre los municipios.

Tabla 8.2 Áreas clave de la gestión descentralizada en España

Característica	Descripción de la variación regional
Gobernanza del agua	Las regiones gestionan el uso del agua en función de las necesidades específicas de sus cuencas hidrográficas (por ejemplo, la gestión de sequías intensas en Andalucía frente a la gestión de la escasez de agua en Cataluña).
Impuesto ambiental	Regiones como Andalucía han diseñado marcos fiscales específicos para penalizar los costes medioambientales, mientras que otras se centran en diferentes estructuras de incentivos.
Energía renovable	Cada comunidad establece sus propios objetivos de expansión de energías renovables para cumplir con las metas climáticas nacionales para 2030.
Zonas de bajas emisiones	Para 2026, todas las ciudades con más de 50.000 habitantes deberán contar con Zonas de Bajas Emisiones (ZBE, por sus siglas en inglés), aunque, en la práctica, su implementación se está llevando a cabo a ritmos diferentes.

4. La cultura mañana versus la urgencia climática -Aunque se trate de un estereotipo, en el entorno empresarial español existe a veces una tendencia a aplazar las grandes inversiones en tecnologías "verdes" hasta que se conviertan en algo estrictamente obligatorio (Teso -Alonso et al., 2021; Erokhin et al., 2024).

- **El desafío:** Falta de proactividad entre las PYME en lo que respecta al diseño circular de productos.
- **Impacto educativo:** El proyecto debe promover la proactividad como un valor europeo, demostrando que retrasar la transición a la economía circular conllevará una pérdida de competitividad en el mercado único.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

5. La paradoja del agua del grifo -Al igual que en Italia, en muchas partes de España (especialmente en la costa o las islas) existe una desconfianza cultural hacia la calidad del agua del grifo, lo que conlleva un consumo masivo de agua en garrafas de plástico.

- **El desafío:** El hábito de comprar agua embotellada se considera una necesidad para la salud, más que un lujo.
- **Impacto educativo:** La educación debe incluir datos científicos claros sobre la filtración y la seguridad del agua, combinados con campañas de sensibilización sobre el impacto de estos envases de plástico en el ecosistema mediterráneo.

8.1.6 Síntesis de las soluciones comunes para superar las barreras culturales identificadas

Para abordar las barreras culturales en Rumanía, Eslovenia, Italia y España, el proyecto EDU4PlastiCircular utiliza un conjunto de soluciones compartidas e innovadoras diseñadas para salvar la brecha entre las mentalidades regionales y los objetivos europeos de sostenibilidad. Algunas soluciones comunes para la transformación cultural podrían ser:

- **Recursos Educativos Abiertos (REA) Multilingües:** Para superar la barrera de la "imposición externa", el proyecto proporciona recursos en idiomas locales a través de la Biblioteca digital EDU4PlastiCircular Esto garantiza que los valores ecológicos sean accesibles y conecten con los contextos educativos locales, en lugar de percibirse como un requisito ajeno.
- **Modelos de apr endizaje centrados en el alumno y entre pares:** Para contrarrestar los estilos de educación tradicionales y pasivos (comunes en Rumania y partes de Italia), el proyecto utiliza Aprendizaje entre pares y talleres colaborativos Estudiantes y profesionales participan en tareas prácticas, transformándose de oyentes pasivos en "embajadores de la circularidad" activos.
- **Transformación digital y microaprendizaje:** Para abordar la barrera del "tiempo y la burocracia" para las PYMES y los educadores ocupados, el proyecto ofrece módulos de microaprendizaje y videoclases en una plataforma de aprendizaje electrónico. Esto hace que la formación sea flexible y menos intimidante para quienes se resisten a los cambios estructurales a gran escala.
- **Colaboración entre la universidad y la industria:** Para salvar la brecha entre "teoría y práctica" (un problema importante en Rumania y España), el proyecto involucra directamente a gerentes y empleados. Esto garantiza que la Las

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

competencias medioambientales se enseñan en las unive rsidades. Son de aplicación inmediata a las necesidades de las empresas locales, lo que demuestra el valor económico de la sostenibilidad.

- **Compromiso intergeneracional:** En culturas con fuertes tradiciones centradas en la familia, como Italia y España, el proyecto promueveconciencia ambiental multigeneracionalAl involucrar a las escuelas y a las comunidades locales, se anima a las generaciones más jóvenes a influir en los hábitos de consumo de sus padres y abuelos.

- **Evaluación comparativa de las mejores prácticas:** El proyectoRecopila y comparte las mejores prácticasde los cuatro países socios. Este intercambio de ideas ayuda a las regiones con carencias en infraestructuras (como algunas zonas del sur de Italia o Rumanía) a aprender de líderes como Eslovenia, fomentando así un sentimiento de identidad europea compartida.



Figura 8.2 Soluciones comunes para superar las barreras culturales (desarrolladas por Gemini Generative AI Software como síntesis del desarrollo y el enfoque propuesto).

8.2 Adaptación de los métodos de enseñanza en un entorno multicultural

8.2.1 Descripción general

Para impartir eficazmente EDU4PlastiCircular en un entorno multicultural (como la colaboración entre Rumanía, Eslovenia, Italia y España), los métodos de enseñanza deben ser flexib les, inclusivos y orientados a la acción. A continuación, se presentan las soluciones clave para adaptar estos métodos:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

1. Utilizar un "lenguaje universal" a través de recursos visuales y digitales. Las barreras lingüísticas y las diferencias en la terminol ogía técnica pueden superarse mediante la digitalización.

- **Solución:** Implementación de la biblioteca digital EDU4PlastiCircular, que utiliza infografías, videotutoriales y diagramas de flujo para explicar los procesos de la economía circular. La visualización de datos sobre microplásticos facilita la comprensión de conceptos abstractos, independientemente del idioma materno del estudiante.

2. Aprendizaje entre pares y tutoría -Cada país socio tiene diferentes puntos fuertes (por ejemplo, Eslovenia en la gestión de residuos, Italia en el diseño industrial).

- **Solución:** Organizamos talleres transnacionales donde estudiantes y profesionales de diferentes países colaboran. Los participantes de regiones con infraestructura avanzada pueden actuar como mentores, creando un entorno de aprendizaje horizontal y no jerárquico.

3. Contextualización local de los estudios de caso (enfoque "glocal") -Un método de enseñanza rígido suele fracasar en entornos multiculturales porque se percibe como desconectado de la realidad.

- **Solución:** Si bien la teoría de la circularidad es europea, los ejemplos deben ser locales. Por ejemplo, en Rumanía, las clases pueden centrarse en el sistema RetuRO, mientras que en España se centran en los plásticos agrícolas. Esto hace que la educación sea relevante para la realidad inmediata de cada estudiante.

4. Gamificación y microaprendizaje -Para mantener el interés de grupos con diferentes estilos de aprendizaje y capacidades de atención, la información debe presentarse en pequeñas dosis.

- **Solución:** Mediante módulos de microaprendizaje en la plataforma de aprendizaje electrónico del proyecto, las lecciones cortas seguidas de cuestionarios o desafíos interactivos (gamificación) reducen la "fatiga digital" y permiten que los alumnos progresen a su propio ritmo, tanto cultural como profesional.

5. Debates éticos y valores europeos compartidos -Los entornos multiculturales pueden tener diferentes puntos de vista sobre la responsabilidad y el deber cívico.

- **Solución:** Integrar debates guiados sobre valores europeos como la sostenibilidad, la solidaridad y la responsabilidad cívica. En lugar de imponer normas, los educadores facilitan conversaciones sobre cómo la economía circular

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

protege el patrimonio natural común de Europa, transformando la "obligación" en un "valor compartido".

6. Equipos multigeneracionales e intersectoriales -En un entorno multicultural, suele existir una brecha generacional significativa entre formadores y alumnos.

- **Solución:** Creación de equipos de proyecto mixtos compuestos por estudiantes y profesionales experimentados del sector. Los participantes más jóvenes aportan habilidades digitales y entusiasmo por el medio ambiente, mientras que los profesionales experimentados brindan conocimientos prácticos sobre procesos industriales, facilitando un valioso intercambio cultural y profesional.

8.2.2 Herramientas para la sensibilización cultural en la conexión entre educadores y estudiantes al implementar EDU4PlastiCircular

La implementación del proyecto EDU4PlastiCircular en un entorno multicultural requiere herramientas que fomenten la empatía, superen las deficiencias de infraestructura regional y armonicen los diversos puntos de vista con los valores europeos compartidos.

Para conectar a educadores y estudiantes de diferentes culturas, se recomiendan las siguientes herramientas y métodos:

1. Colaboración digital y herramientas interculturales

- **Herramientas de inteligencia cultural (IC):** Utilice recursos como elKit de herramientas para la sensibilización y la competencia culturalpara ayudar a los participantes a desarrollar empatía y competencia global.
- **Plataformas colaborativas interactivas:** Herramientas como Padlet, Miro y Google Workspace permiten a estudiantes de diferentes países crear conjuntamente "mapas circulares" o paneles visuales para el seguimiento de residuos, superando las barreras lingüísticas mediante la narración visual.
- **Autoevaluación gamificada:** Implementar herramientas de autorreflexión donde estudiantes y profesores puedan evaluar su propia "mentalidad circular" en comparación con los estándares europeos, fomentando la responsabilidad personal en lugar del mero cumplimiento de las normas.

2. Aprendizaje basado en el patrimonio y "gl ocal".

- **Integración del patrimonio cultural:** Usareducación basada en el patrimonioConectar la sostenibilidad con las tradiciones locales. Por ejemplo,

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

comparar los métodos tradicionales de conservación de alimentos "sin desperdicio" en Rumania con el diseño industrial moderno en Italia.

- **Aprendizaje basado en escenarios:** Presentar dilemas del mundo real (por ejemplo, una fábrica local frente a un parque natural) que requieran que los estudiantes negocien soluciones basadas en sus valores regionales específicos y realidades económicas.

3. Aprendizaje entre pares y en red

- **Aprendizaje entre p ares transnacional:** Conectar a los educadores a través de laRed de Competencias Verdes Erasmus+compartir lo que funciona en su contexto cultural específico, como por ejemplo, cómo motivar a los estudiantes en regiones con una infraestructura de reciclaje menos desarrollada.

- **Talleres intergeneracionales:** Herramientas comoExperimentación y educación no formalPuede utilizarse para involucrar a los ancianos de la comunidad, quienes a menudo recuerdan una época anterior al plástico, ayudando a los estudiantes a fundamentar la circularidad de la alta tecnología en la sabiduría histórica.

4. Los marcos de competencias como lenguaje común

- **Marco de trabajo GreenComp:** Utilice elMarco Europeo de Competencias en Sostenibilidad (GreenComp)como un "estándar" neutral para evaluar las habilidades. Esto garantiza que un estudiante de ingeniería en Timisoara, Rumania, y un estudiante de diseño en Valencia, España, sean evaluados según los mismos objetivos europeos compartidos.

- **Recursos Educativos Abiertos (REA):** ElBiblioteca digital EDU4PlastiCircularProporciona una base de conocimientos centralizada y multilingüe que garantiza que todos los participantes tengan el mismo acceso a información de alta calidad, independientemente de los recursos de su universidad local.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.



Figura 8.3 Síntesis de las herramientas para la sensibilización cultural en la conexión entre educadores y estudiantes dentro de la implementación del marco educativo EDU4PlastiCircular (desarrollado por Gemini Generative AI Software como síntesis del desarrollo y el enfoque propuesto).

8.2.3 Guía propuesta para el taller sobre circularidad multicultural

Aquí tienes una guía paso a paso para organizar un taller de aprendizaje entre pares multicultural, diseñado específicamente para conectar a educadores y e studiantes de Rumania, Eslovenia, Italia y España dentro del marco de EDU4PlastiCircular.

Fase 1: Preparación y conexión (pre -taller)

- **Herramienta:** Mapa de empatía cultural realizado con Padlet, Miro o Mural.
- **Acción:** Antes de la reunión, los participantes completan una breve encuesta visual: "¿Qué significa el plástico en mi ciudad?". Los estudiantes suben fotos de un aspecto positivo (por ejemplo, una tienda sin residuos) y uno negativo (por ejemplo, residuos plásticos en un río local) a un tablero digital compartido (Padlet).
- **Meta:** Para alinear perspectivas y visualizar diferentes realidades regionales (por ejemplo, infraestructura avanzada en Eslovenia frente a desafíos específicos en Rumania).

Fase 2: Formación de eq uipos mixtos (para romper el hielo)

- **Herramienta:** Generador de equipos aleatorios.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Acción:** Formen equipos de 4 personas, asegurándose de que cada equipo incluya al menos tres nacionalidades diferentes y una combinación de estudiantes y profesores.
- **Tarea inici al:** Cada equipo deberá identificar un "objeto de plástico con valor cultural" (por ejemplo, un envase de alimentos tradicional o un paquete de café específico) y analizar su ciclo de vida y el proceso de reciclaje en sus respectivos países.

Fase 3: Sesión d e cocreación (el núcleo del taller)

- **Herramienta:** Miró, Mural o Jamboard (Pensamiento de diseño).
- **El desafío:** "¿Cómo podemos eliminar los microplásticos de [Sector específico: por ejemplo, Turismo en España o Industria en Italia]?"
- **Método:** Utilice la técnica "Glocal". El equipo debe proponer una solución que respete los valores europeos (GreenComp) pero que sea aplicable en un contexto local específico elegido por ellos.
- **El papel del educador:** El educador actúa como un "facilitador cultural", ayudando a los estudiantes a negociar las diferencias de opinión en lugar de proporcionar respuestas directas.

Fase 4: Presentación y retroalimentación entre pares

- **Herramienta:** El método de 3 colores (retroalimentación constructiva).
- **Acción:** Cada equipo presenta su prototipo digital. Los demás equipos proporcionan comentarios utilizando:
  - **Verde:** ¿Qué es innovador y sostenible?
  - **Amarillo:** ¿Qué barreras culturales o económicas podrían surgir?
  - **Azul:** ¿Cómo podría adaptarse esta idea a mi propio país?

Fase 5: Reflexión y biblioteca de buenas prácticas

- **Herramienta:** Plataforma de aprendizaje electrónico y testimonios en vídeo.
- **Acción:** Los participantes graban un vídeo de 3 minutos sobre la lección cultural más importante que han aprendido. Estos vídeos se suben a la biblioteca digital EDU4PlastiCircular.
- **Meta:** Transformar una experiencia puntual en un recurso educativo permanente.

Consejos para facilitadores:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

1. **Evite la jerga:** Fomente el uso de un lenguaje sencillo o de los términos definidos en el glosario del proyecto.
2. **Celebremos la diversidad** :Si una solución funciona en Eslovenia pero no en Italia, utilícela como una lección sobre logística regional en lugar de considerarla un fracaso.
3. **Enfoque en las competencias:** El éxito se mide a través del desarrollo de las habilidades de GreenComp (pensami ento sistémico, adaptabilidad), no solo por la precisión técnica de la solución.

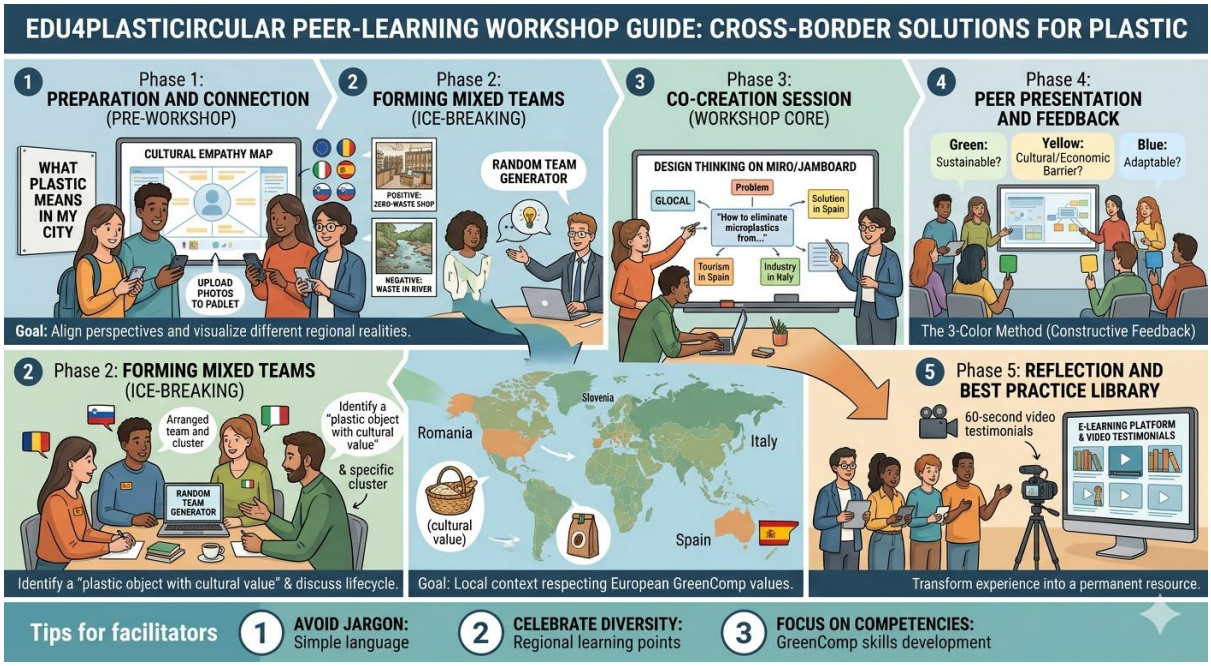


Figura 8.4 Taller de aprendizaje entre pares diseñado para conectar a educadores y estudiantes de Rumania, Eslovenia, Italia y España dentro de la implementación del marco educativo EDU4PlastiCircular (desarrollado por Gemini Generative AI Software como síntesis del desarrollo y el enfoque propuesto).

Finalmente, aquí tenéis la lista de preguntas de reflexión para educadores y estudiantes, categorizadas para medir el crecimi ento individual, la colaboración social y la comprensión sistémica.

1. Reflexión individual (autoconciencia):

- **El momento "¡Eh!":** ¿Qué fue lo más sorprendente que aprendiste hoy sobre cómo se gestiona o se percibe el plástico en otro país?

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Cambio de comport amiento:** ¿Cómo ha cambiado tu perspectiva sobre tu propio consumo de plástico después de conocer los desafíos que enfrentan tus compañeros internacionales?
- **Desafiando lo "normal":** ¿Identificaste algún hábito personal o local que considerabas "normal" pero que se ve como problemático o diferente en otra cultura?

2. Reflexión social (colaboración y empatía):

- **El poder de la diversidad:** ¿Cómo influyeron o mejoraron las diferentes procedencias culturales de tus compañeros de equipo la solución final que propuso tu grupo?
- **Resolución de conflictos:** Si surgía un malentendido o una diferencia de opinión, ¿cómo utilizabas los valores europeos compartidos (como el respeto o la solidaridad) para encontrar un punto intermedio?
- **Habilidades de comunicación:** Más allá del idioma, ¿qué "habilidad blanda" (paciencia, escucha activa, ayudas visuales) ha demostrado ser la más importante para trabajar eficazmente hoy en día?

3. Reflexión sistémica (visión europea y "glocal"):

- **Barreras culturales:** Tras el debate de hoy, ¿cuál es el principal obstáculo cultural que impide la implementación de una economía circular en su región en comparación con los países socios?
- **Adaptabilidad:** ¿Cómo se puede adaptar de forma realista una práctica exitosa de un país (por ejemplo, la gestión de residuos de Eslovenia) para que funcione en otro (por ejemplo, Rumanía o Italia)?
- **Identidad compartida:** ¿Hasta qué punto cree que un marco europeo común (como GreenComp) ayuda a salvar la brecha entre países con realidades económicas muy diferentes?

Consejo de implementación para educadores -Puedes usar estas preguntas en un "Paseo silencioso por la galería" (donde los estudiantes escriben las respuestas en notas adhesivas) o como un boleto de salida digital usando herramientas como Mentimeter o Microsoft Forms.

8.2.4 Adaptabilidad a los estilos de aprendizaje influenciados por el contexto cultural

Para implementar eficazmente el proyecto EDU4PlastiCircular, se requieren métodos de enseñanza que se adapten a los diferentes estilos de aprendizaje culturalmente

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

arraigados en toda la asociación europea. En países como Rumanía, donde los sistemas educativos se han inclinado históricamente hacia un modelo centrado en el profesor y con un fuerte énfasis en las clases magistrales, los estudiantes suelen prosp erar con pautas estructuradas y claras, y con objetivos de aprendizaje explícitos. Para transformar a estos alumnos pasivos en pensadores circulares proactivos, los educadores deben introducir gradualmente métodos de aprendizaje activo. El uso de herramien tas de colaboración digital estructuradas y de bajo riesgo, como canales de retroalimentación anónimos o módulos de microaprendizaje breves, permite a los estudiantes acostumbrados a entornos jerárquicos participar cómodamente sin temor a cometer errores e n público.

Por el contrario, en culturas altamente colaborativas y expresivas como España e Italia, el aprendizaje es profundamente relacional y se basa en la dinámica de grupo y la relevancia en el mundo real. Los estudiantes de estas regiones suelen apre nder mejor mediante la experimentación práctica, los debates interactivos y los desafíos de diseño basados en escenarios que inciden directamente en industrias locales como el turismo o la artesanía regional. Los módulos de formación rígidos y puramente teóricos corren el riesgo de provocar la desmotivación. Para captar su interés, los educadores deberían orientarse hacia "laboratorios de acción" altamente interactivos y talleres de mentoría entre pares. Estas metodologías aprovechan las fortalezas cultur ales del diálogo abierto y la resolución colectiva de problemas para diseñar soluciones circulares adaptadas a cada contexto.

Finalmente, gestionar la intersección de estas diversas preferencias de aprendizaje requiere un enfoque de instrucción equilibrado basado en la Marco Europeo de Competencias en Sostenibilidad (GreenComp) . Al desplegar los recursos multilingües y las ayudas visuales que se encuentran en el Biblioteca digital EDU4PlastiCircular Los formadores pueden crear una base de conocimiento universal que in tegre estilos de aprendizaje tanto analíticos como experienciales. Un currículo híbrido que combine la formación digital independiente y a ritmo propio con talleres colaborativos transfronterizos garantiza que estudiantes de diversos orígenes culturales pu edan abordar temas de circularidad del plástico a su manera. Esta metodología adaptativa transforma eficazmente las posibles fricciones culturales en una experiencia de aprendizaje enriquecedora y compartida en toda la UE.

Un estudio de caso de un plan de lección híbrido que equilibra los estilos de clase magistral y de aprendizaje activo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

A continuación se presenta un análisis exhaustivo, **Plan de lección híbrida de 90 minutos diseñado para el marco EDU4PlastiCircular.** (Según los recursos educativos abierto s creados y disponibles en línea). Combina la enseñanza tradicional estructurada (preferida en contextos culturales altamente estructurados como Rumania) con estilos de aprendizaje participativos y activos (preferidos en contextos relacionales y colaborati vos como Italia y España).

Plan de lección híbrido: Diseño para eliminar los residuos plásticos

- **Público objetivo:** Estudiantes de educación superior / Formación profesional / Profesionales de la industria
- **Duración:** 90 minutos
- **Alineación del marco:** GreenComp (Pensamiento sistémico, pensamiento prospectivo, pensamiento exploratorio)
- **Objetivo principal:** Transición desde la comprensión de la composición del plástico (Módulo 1) hasta la ejecución de la innovación circular (Módulo 4) [microplastics.today].

[00-20 min] Clase magistral estructurada (Base analítica)
|
[20-35 min] Estudio de caso visual (Puente de brecha contextual)
|
[35-70 min] Laboratorio de Diseño Colaborativo (Aprendizaje Activo/Relacional)
|
[70-85 min] Revisión por pares transnacional (retroalimentación intercultural)
|
[85-90 min] Boleto de salida digital (Reflexión individual)

Figura 8.5 Cronograma y desglose de la lección

A continuación se presenta un procedimiento detallado paso a paso:

Parte 1: La base estructurada (basada en clases magistrales)

- **Tiempo:** 00 – 20 minutos (20 min)
- **Estilo de aprendizaje adaptado:** Transición analíti ca/estructurada/de pasivo a activo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Actividad del instructor:** Impartir una conferencia directa y concisa sobre la química de los polímeros, la mecánica de la degradación de los microplásticos y los límites técnicos del reciclaje.
- **Actividad del estudiante:** Tomar notas utilizando un esquema estructurado proporcionado con anticipación en elBiblioteca digital EDU4PlastiCircular.
- **Nota sobre sensibilidad cultural:** Proporciona una zona de confort psicológico para los estudiantes acostumbrados a formatos tradicionales con muchas clases magistrales (por ejemplo, Rumania), garantizando que sientan que han adquirido conocimientos técnicos fundamentales y verificados antes de que se les pida que innoven.

Parte 2: El caso de estudio "glocal" (puente visual)

- **Tiempo:** 20 – 35 minutos (15 minutos)
- **Estilo de aprendizaje adaptado:** Visual / Contextual.
- **Actividad del instructor:** Presente un vídeo de 5 minutos que destaque realidades regionales contrastantes, como la infraestructura de cero residuos de Eslovenia frente a los picos de residuos generados por el turismo de un solo uso en España.
- **Actividad del estudiante:** Los estudiantes utilizan una encuesta digital anónima (Mentimeter o Socrative) para responder a la pregunta: "¿Qué barrera de este vídeo es la más destacada en tu ciudad?".
- **Nota sobre sensibilidad cultural:** La interacción digital anónima y de bajo riesgo anima a los estudiantes tímidos o reacios al riesgo a participar de forma segura, al tiempo que sitúa los conceptos europeos abstractos en su realidad local inmediata.

Parte 3: El laboratorio de diseño circular (activo y relacional)

- **Tiempo:** 35 – 70 minutos (35 minutos)
- **Estilo de aprendizaje adaptado:** Experiencial / Colaborativo / Kinestésico.
- **Actividad del instructor:** Actuar estrictamente como un "facilitador cultural". Moverse entre los grupos, fomentar el pensamiento crítico e impedir que una sola persona domine las discusiones grupales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Actividad del estudiante:** En equipos diversos de 4 estudiantes, acceden a una pizarra digital compartida (Miro o Padlet). Se les plantea un reto: «Rediseñar el ciclo de vida de un producto local que genera muchos residuos (por ejemplo, envases de agua embotellada o recipientes de comida para llevar) utilizando biomateriales circulares o sistemas de reutilización».

- **Nota sobre sensibilidad cultural:** Aprovecha las fortalezas relacionales de las culturas colaborativas (por ejemplo, España, Italia) a través del diálogo abierto, al tiempo que proporciona tareas estructuradas que permiten a los pensadores analíticos trazar sistemas paso a paso.

Parte 4: Revisión por pares transnacional (aprendizaje sobre valores sociales)

- **Tiempo:** 70 – 85 minutos (15 minutos)

- **Estilo de aprendizaje adaptado:** Social / Evaluativo / Reflexivo.

- **Actividad del instructor:** Supervisar una sesión de retroalimentación estructurada basada en el [Método de 3 colores].

- **Actividad del estudiante:** Los equipos presentan sus prototipos digitales. Los equipos vecinos critican el diseño:
  - **Nota adhesiva verde:** ¿Qué es altamente innovador?
  - **Nota adhesiva amarilla:** ¿Qué infraestructura regional o norma cultural podría impedir que esta solución funcione a nivel local?

- **Nota sobre sensibilidad cultural:** Plantea la crítica como una exploración constructiva de las diferencias sistémicas regionales, en lugar de un fracaso personal, fomentando así la solidaridad europea mutua.

Parte 5: Boleto de salida digital (consolidación individual)

- **Tiempo:** 85 – 90 minutos (5 minutos)

- **Estilo de aprendizaje adapt ado:** Intrapersonal / Independiente.

- **Actividad del instructor:** Finaliza la sesión en directo y comparte el enlace a la plataforma de aprendizaje electrónico.

- **Actividad del estudiante:** Completar un formulario digital de 3 preguntas para evaluar su propio desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Nota sobre sensibilidad cultural:** Permite a los estudiantes independientes reflexionar en privado sobre su cambio de mentalidad sin presión social.

Para ayudarte a implementar este marco de trabajo sin problemas, házmelo saber si deseas que:

- Diseñar la plantilla exacta del tablero Miro para la Parte 3.
- Proporcione los criterios de calificación/rúbrica alineados con GreenComp para evaluar los prototipos finales de los estudiantes.
- Proporcione una lista de biomateriales alternativos para incluir en los apuntes de la primera parte de la clase.

8.2.5 La participación de los estudiantes en clases multiculturales

La participación de los estudiantes en clases multiculturales dentro del contexto del proyecto EDU4PlastiCircular requiere estrategias que transformen la diversidad cultural de una posible barrera en un poderoso recurso de aprendizaje. Al enseñar temas de Economía Circular a un grupo diverso (como estudiantes de Rumania, Eslovenia, Italia y España), los patrones de participación varían significativamente según los antecedentes culturales, las tradiciones educativas y las normas de comunicación (véase el).

Las siguientes secciones detallan la dinámica fundamental de la participación estudiantil en clases multiculturales y las estrategias prácticas para optimizar dicha participación:

1. Comprender los estilos de interacción influenciados por la cultura -Los estudiantes de diferentes regiones europeas muestran hábitos de comunicación y niveles de comodidad distintos dentro del aula:

- **Estructuras complejas y deferentes (por ejemplo, Rumania):** Los estudiantes pueden mostrarse reacios a expresarse espontáneamente, a cuestionar a los instructores o a proponer soluciones sin permiso explícito. Suelen demostrar su compromiso mediante el cumplimiento estricto de las instrucciones, la toma de apuntes meticulosa y la elaboración de trabajos escritos de alta calidad.
- **Relacionales y expresivos (por ejemplo, Italia, España):** Los estudiantes suelen ser muy comunicativos y se sienten cómodos en debates espontáneos, discusiones grupales y presentaciones públicas. Su participación es externa, fomentando la interacción entre compañeros, el diálogo activo y el aprendizaje práctico mediante ensayo y error.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Orientados a las tareas y metódicos (por ejemplo, Eslovenia):** Los estudiantes suelen mostrar una gran conciencia cívica y tienden a resolver problemas de forma estructurada y eficiente. Se involucran mejor cuando los objetivos son concretos y están directamente vinculados a resultados ambientales o logísticos tangibles.

2. Superar el "miedo al fracaso público" -En las aulas multiculturales, el miedo a cometer errores gramaticales en un idioma compartido (generalmente el inglés) o a proponer una solución científica "incorrecta" puede paralizar a los estudiantes menos extrovertidos.

- **El desafío:** Los estudiantes más extrovertidos dominan el espacio verbal, mientras que los estudiantes analíticos o cautelosos se repliegan en silencio, creando una falsa impresión de desinterés.
- **La herramienta:** Participación digital anónima: Utilice plataformas como Mentimeter, Slido o Miro para las sesiones iniciales de lluvia de ideas. Permitir que los estudiantes publiquen ideas, preguntas o críticas de forma anónima elimina la ansiedad lingüística y las reticencias culturales, creando un espacio equitativo donde todas las voces son escuchadas.

3. Aprovechar la dinámica "glocal" entre pares

La verdadera implicación se produce cuando los alumnos se dan cuenta de que su bagaje cultural único y su realidad local son valiosos para el resto de la clase.

- **La estrategia:** Estructure las tareas grupales en torno a la resolución de problemas interdependientes. Por ejemplo, asigne un proyecto en el que un equipo deba diseñar un modelo de logística circular para un centro turístico costero.
- **La ejecución:** El estudiante español aporta información sobre los patrones de residuos en la hostelería, el estudiante italiano se centra en el ecodiseño de alta gama, el estudiante esloveno aporta conocimientos sobre la infraestructura de clasificación de residuos cero y el estudiante rumano garantiza que el modelo pueda adaptarse a los marcos regulatorios en evolución (véase:www.iges.or.jpyhttps://microplastics.today/Esta estructura fomenta la participación activa, ya que ningún estudiante puede completar la tarea sin recurrir a la experiencia regional de sus compañeros.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

4. Estructuración de marcos de colaboración seguros -Para evitar que lo s grupos culturales más ruidosos eclipsen accidentalmente a los más tranquilos, los educadores deben aplicar metodologías de colaboración estructuradas durante el trabajo en grupo:

- **Roles rotativos asignados:** En lugar de permitir que los equipos elijan a sus líderes de forma espontánea, asigne roles explícitos y rotativos para cada tarea (por ejemplo, secretario/encargado del tiempo, analista de datos, escéptico/cuestionador, portavoz). Esto garantiza que todos los estudiantes, independientemente de su estilo de comunicación cultural, participen activamente.

- **Escritura creativa en lugar de lluvia de ideas:** En lugar de gritar ideas, dé a los estudiantes 5 minutos de silencio para que escriban 3 ideas en notas adhesivas digitales. Solo después de este periodo de silencio comenzará la discusión verbal. Este sencillo cambio protege a los estudiantes reflexivos, introvertidos o con una formación más estructurada de ser silenciados a gritos.

5. Motivación basada en competencias frente a motivación basada en el cumplimi ento -La participación aumenta cuando los estudiantes sienten que están desarrollando habilidades profesionales modernas y comercializables en lugar de simplemente marcar una casilla para el cumplimiento europeo (ver:https://microplastics.today/).

- **La conclusión:** Alinear la evaluación estudiantil con el marco GreenComp, que califica a los estudiantes en función de su adaptabilidad, pensamiento sistémico y capacidad de acción política, en lugar de basarse únicamente en la memorización técnica. Cuando los estudiantes perciben que su habilidad para abordar problemas ambientales complejos e interculturales es una competencia reconocida y evaluada, su motivación intrínseca y su participación activa aumentan significativamente.

8.2.6 Mecanismo de retroalimentación en sesiones de aprendizaje multicultural

Al aplicar el esquema de formación y certificación EDU4PlastiCircular, el mecanismo de retroalimentación pasa de ser una herramienta estándar de comunicación en el aula/sesiones de aprendizaje a un marco crítico para el aseguramiento de la calidad y la validación objetiva de las habilidades ecológicas. Dado que la certificación final debe cumplir con los estándares europeos estandarizados alineados con el marco GreenComp, la retroalimentación debe ser objetiva, medible y altamente sensible a las realidades culturales de los estudiantes y educadores en Rumania, Eslovenia, Italia y

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

España (ver:https://microplastics.today/). El mecanismo de retroalimentación dentro del proceso de pruebas y certificación está estru cturado en las siguientes capas:

1. Retroalimentación formativa automatizada (Nivel 1: Módulos de aprendizaje electrónico) -Cada uno de los 5 módulos principales del curso concluye con cuestionarios automatizados de opción múltiple alojados en el Plataform a de aprendizaje electrónico para validar conocimientos teóricos.

- **El desafío cultural:** Los estudiantes provenientes de entornos educativos tradicionales o altamente jerárquicos (por ejemplo, Rumania) suelen experimentar una gran ansiedad ante los exámenes. Pueden interpretar una respuesta incorrecta como un fracaso definitivo y, en consecuencia, desmotivarse por completo del curso.

- **La solución de retroalimentación:** La plataforma Elearningproject.eu ofrece retroalimentación formativa instantánea. En lugar de mostrar un mensaje desalentador de "Incorrecto", el sistema muestra una sugerencia constructiva: "Tu respuesta es incorrecta porque la degradación de microplásticos en los ecosistemas marinos sigue el proceso Y (consulta el Módulo 1, Lección 3). ¡Inténtalo de nuevo!". Esto cambia el enfoque de la penalización a la mejora continua.

2. Rúbricas basadas en criterios (Nivel 2: certificación práctica) -Para obtener la certificación avanzada, los estudiantes deben desarrollar un proyecto práctico, como un plan de ecodiseño circular para una PYME local o un plan comunitario de seguimiento de microplásticos.

- **El desafío cultural:** La evaluación de proyectos puede volverse muy subjetiva si los educadores aplican inconscientemente sus propios prejuicios regionales. Por ejemplo, un profesor de diseño italiano podría penalizar un proyecto técnico rumano por carecer de una estética de embalaje de alta calidad, incluso si la ingeniería estructural y la logística local son impecables.

- **La solución de retroalimentación:** Implementar una matriz de evaluación estandarizada de European GreenComp. La retroalimentación del educador debe estar vinculada exclusivamente a criterios explícitos y transparentes:
    - *Pensamiento sistémico*¿Con qué eficacia representó el estudiante el ciclo de vida completo del recurso plástico?

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- *Viabilidad cultural y regional:* ¿La solución se adaptó de forma realista a las limitaciones de la infraestructura local (por ejemplo, aprovechando el sistema RetuRO en Rumania o las redes de residuos cero en Liubliana)?
- *Viabilidad del plan de acción:* ¿Es sostenible el modelo económico para las realidades del mercado local?

3. Retroalimentación confidencial de 360 grados entre pares en equipos transnacionales -Los proyectos finales y los talleres prácticos suelen realizarse en equipos de estudiantes internacionales. La certificación final debe medir no solo el resultado colectivo, sino también el desempeño individual dentro de una dinámica de equipo multicultural.

- **El desafío cultural:** En las revisiones abiertas entre pares, los estudiantes de culturas empresariales muy individualistas pueden tender a atribuirse todo el mérito, mientras que los estudiantes de culturas colectivistas o reacias al riesgo pueden evitar por completo criticar a sus compañeros para prevenir conflictos sociales directos.
- **La solución de retroalimentación:** Integrar una rúbrica confidencial de retroalimentación entre pares en el proceso de certificación final. Los miembros del equipo califican de forma privada a sus compañeros en una escala del 1 al 5 en competencias blandas (Comunicación Intercultural, Colaboración, Fiabilidad). Estos datos se envían directamente al instructor y constituyen un porcentaje fijo (por ejemplo, el 20 %) de la calificación final de certificación, lo que garantiza una rendición de cuentas equitativa.

4. Sesiones informativas transnacionales de "retroalimentación anticipada" (posteriores a la evaluación) -El envío de las calificaciones finales y los certificados Erasmus+ directamente por correo electrónico, sin contexto, puede generar frustraciones sin resolver con respecto a las supuestas disparidades en las calificaciones entre las universidades regionales.

- **El desafío cultural:** Existe una desconexión entre las diferentes culturas de calificación académica en el sur, el este y el centro de Europa.
- **La solución de retroalimentación:** Se llevará a cabo un seminario web transfronterizo de retroalimentación. Educadores de los cuatro países socios se reunirán con el grupo de estudiantes para compartir las tendencias generales observadas en los proyectos. Destacarán las barreras culturales que se superaron de forma más innovadora y analizarán cómo los estudiantes pueden aprovechar

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

sus nuevas competencias ecológicas certificadas en sus respectivos mercados laborales.

5. Bucle de retroalimentación in versa (garantía de calidad) -Para mantener un estricto cumplimiento de las normas europeas, el marco de certificación debe permitir a los alumnos evaluar la propia arquitectura de la formación.

- **La solución de retroalimentación:** Para desbloquear y descargar el certificado final de EDU4PlastiCircular, los estudiantes deben completar una encuesta de control de calidad anónima y obligatoria. Esta encuesta evalúa si la terminología técnica fue clara, si las traducciones al español, italiano, esloveno y rumano fueron precisas y si los estudios de caso fueron aplicables a sus realidades socioeconómicas locales.

8.2.7 Colaboración virtual entre zonas horarias y culturas

La colaboración virtual en el marco del proyecto EDU4PlastiCircular implica la conexión de cuatro países europeos: Rumanía, Eslovenia, Italia y España. Si bien la diferencia horaria es mínima (Rumanía solo tiene una hora de diferencia con respecto a los otros tres socios), las diferencias culturales en la gestión del tiempo, los estilos de comunicación y los flujos de trabajo digitales pueden generar fricciones. Las siguientes directrices prácticas están diseñadas para optimizar la colaboración virtual intercultural entre estas regiones:

1. Gestionar trayectorias temporales y sincronizar cronogramas -Aunque la diferencia horaria es pequeña (EET en Rumanía frente a CET en Italia, Eslovenia y España), las rutinas diarias y las horas de trabajo principales varían considerablemente.

- **Consejo:** Evite programar reuniones virtuales en directo entre las 13:00 y las 15:00 (CET). En España e Italia, este es el horario tradicional para comer y descansar, mientras que en Rumanía corresponde a la mitad de una tarde de alta concentración.

- **La ventana dorada:** Programe sesiones colaborativas en directo por la mañana, entre las 10:00 y las 12:00 (CET) / entre las 11:00 y las 13:00 (EET). Este es el momento óptimo, cuando los niveles de energía son más altos en los cuatro países.

2. Uniendo culturas temporales monocrónicas y policrónicas -El proyecto reúne distintos enfoques culturales sobre la gestión del tiempo que deben estar equilibrados:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Enfoque monocrónico (por ejemplo, Eslovenia):** El tiempo es lineal, se espera una puntualidad estricta y las reuniones deben seguir estrictamente una agenda fija y preestablecida, sin desviaciones.

- **Enfoque policrónico (por ejemplo, España, Italia, Rumania):** Las relaciones interpersonales priman sobre los plazos rígidos. Las reuniones comienzan de forma natural con una conexión informal (conversación trivial) y las agendas se manejan con flexibilidad.

- **Consejo:** Adopte un enfoque híbrido. Dedique formalmente los primeros 5 a 7 minutos de la llamada a presentaciones sociales y actividades para romper el hielo, con el fin de satisfacer las necesidades relacionales, pero establezca una hora límite estricta y una agenda estructurada con viñetas para respetar los estilos orientados a las tareas.

3. Confiar en la c omunicación asíncrona para lograr la equidad lingüística -Durante las videoconferencias en directo, los estudiantes o profesores que no dominan el idioma de trabajo común (normalmente el inglés) pueden sentirse intimidados por sus compañeros que hablan más rápido o que son naturalmente más extrovertidos.

- **Consejo:** Reduzca la dependencia de las reuniones presenciales y traslade aproximadamente el 60 % de las tareas grupales a flujos de trabajo de colaboración asíncrona.

- **Las herramientas:** Utilice plataformas visuales compartidas como Miro, Padlet o canales dedicados de Slack/Teams. Dé a los equipos nacionales un plazo de 48 horas para revisar, traducir y transcribir sus contribuciones en una pizarra digital. Esto elimina la presión lingüística en tiempo real y proporciona a los estudiantes con habilidades analíticas el tiempo de reflexión que necesitan.

4. Establecer un protocolo de etiqueta digital -Sin reglas claras, los estilos de comunicación directos pueden malinterpretarse como agresivos por escrito, mientras que los estilos de comunicación indirectos o reflexivos pueden interpretarse como una falta de compromiso.

- **Consejo:** Implementar una sencilla guía de etiqueta digital para equipos transfronterizos:
    - *Sencillez del texto:* Utiliza frases cortas y claras en los chats. Evita las expresiones idiomáticas regionales o la jerga local que no se traducen bien al inglés.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- *Continuidad de vídeo:* Anime a los participantes a mantener las cámaras encendidas durante las sesiones de trabajo en grupos pequeños. Las señales no verb ales, como los gestos con las manos en las culturas italiana y española, son esenciales para comprender el contexto.
- *Alineación escrita:*Finaliza cada decisión importante con un breve texto resumen: "Para garantizar la alineación, el equipo de Rumania se encargará de X y el equipo de Eslovenia ejecutará Y".

5. Estandarización de la transparencia de los documentos -Para evitar una dinámica cultural en la que los equipos oculten las dificultades intermedias y solo presenten un producto final pulido, el progres o del trabajo debe ser totalmente visible desde el primer día.

- **Consejo:** Exigir que todos los borradores de trabajo y las sesiones de lluvia de ideas sin procesar se guarden en carpetas compartidas en la nube o en el repositorio centralizado del proyecto.Biblioteca digitalCuando todos los socios pueden ver los materiales en proceso en tiempo real, se fomenta la seguridad psicológica y se establece la transparencia digital como un valor europeo compartido.

8.2.8 Normas sociales y costumbres culturales. Promoción de los valores europeos.

Promover los valores europeos a través de laProyecto EDU4PlastiCircularEsto requiere alinear la acción ambiental con las normas sociales y costumbres culturales específicas de cada país socio. Para construir una mentalidad circular europea unificada, los educadores deben aprovechar las costumbres locales positivas al tiempo que abordan de manera constructiva las normas sociales perjudiciales. A continuación, se presenta un conjunto de normas sociales y costumbres culturales de las regiones socias, vinculadas a los valores europeos fundamentales:

1. Responsabilidad y deber cívico (valor europeo) -Este valor se centra en cambiar la percepción de los residuos, pasando de considerarlos una molestia pública a una responsabilidad personal y colectiva.

- **Eslovenia (el paradigma del orgullo ecológico):** La limpieza y la separación activa de residuos son normas sociales profundamente arraigadas (www.iges.or.jpDejar basura o no separar los residuos provoca una desaprobación social inmediata.
  - *Implementación:*Aprovecha esta costumbre utilizando grupos de estudiantes eslovenos como referencia para la tutoría entre iguales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Rumania (la frontera entre lo privado y lo público):** Existe una arraigada costumbre cultural de mantener la casa particular (gospodărie) impecablemente limpia, pero la norma social respecto a los espacios públicos es menos frecuente. La gestión de residuos suele considerarse responsabilidad exclusiva del municipio.
    - *Implementación:* Enmarcar la circularidad como una extensión de la frugalidad doméstica y el cuidado tradicional de la familia, ampliando los límites del "hogar" a la comunidad local.

2. Solidaridad y bien común (valor europeo) -Este valor hace hincapié en la colaboración, el intercambio de recursos y la protección del medio ambiente para las generaciones futuras.

- **Italia (la norma del campanilisimo y la confianza comunitaria):** Los italianos sienten un profundo orgullo por su ciudad o región (campanile), pero una desconfianza histórica hacia los sistemas estatales centralizados.
    - *Implementación:* Evite el lenguaje burocrático y autoritario de la UE. Vincule la reducción del plástico a la preservación de la belleza natural local, las tradiciones culinarias regionales y la salud de la comunidad.
- **España (la norma de convivencia y socialización):** La cultura española da gran importancia a la socialización pública, la vida al aire libre y el sector de la hostelería (terrazas). Esto ha generado una norma social moderna de alto consumo de plásticos de un solo uso por comodidad y rapidez.
    - *Implementación:* Integrar la circularidad en la experiencia social. Promover la norma de la "socialización sostenible" colaborando con festivales locales y asociaciones estudiantiles para normalizar el uso de vasos reutilizables y la planificación de eventos circulares.

3. Innovación y mercado único (valor europeo) -Este valor fomenta el espíritu emprendedor, los altos estándares de calidad y la cooperación transfronteriza.

- **Italia (La costumbre de la bella figura y la artesanía):** La presentación, el estilo y la estética son primordiales en el comercio italiano. El embalaje de alta gama se asocia tradicionalmente con la calidad.
    - *Implementación:* Desafiar la idea de que la sostenibilidad es algo barato. Capacitar a los estudiantes para que apliquen los principios del ecodiseño

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

circular y creen envases que mantengan una imagen elegante y sean 100% reciclables.

- **Rumania (El legado de Forma fără Fond / forma sin sustancia):** Existe un escepticismo histórico hacia las políticas importadas, que a menudo se perciben culturalmente como meros trámites burocráticos en lugar de herramientas para un cambio real.
    - *Implementación:*Céntrese estrictamente en resultados prácticos y medibles. Utilice herramientas concretas de la Biblioteca digital EDU4PlastiCircular Demostrar los beneficios económicos y ambientales inmediatos de las competencias ecológicas, yendo más allá del mero cumplimiento teórico.

4. Respeto por el patrimonio y visión de futuro (valor europeo) -Este valor combina el ingenio tradicional con las soluciones tecnológicas modernas para lograr la neutralidad climática.

- **La costumbre rural compartida de la frugalidad (economisire):** En las zonas rurales tradicionales de Rumanía, España e Italia, las generaciones mayores conservan a rraigadas costumbres de reparación, reutilización y cocina sin desperdicios.
    - *Implementación:*Utilice un enfoque multigeneracional. Reduzca la brecha generacional haciendo que los estudiantes entrevisten a personas mayores sobre los hábitos de conservación a nteriores a la era del plástico, combinando esa sabiduría histórica con las habilidades digitales ecológicas modernas.

8.3 Referencias

Böcskei, E., Veit, A., & Tóth, MG (2025). Crecimiento verde en la UE: innovación, inversión y el camino hacia la sostenib ilidad. Intellectual Economics, 19(2), 11 -45.

Brunet, F. (2022). Grado de descentralización en España y competencias de las comunidades autónomas. En La economía del separatismo catalán (pp. 35 -41). Cham: Springer International Publishing.

Bustamante, D., Londoño -Pineda, A., Cano, JA, & Weyers, S. (2025). Superando las barreras a la economía circular en los envases de plástico: facilitadores y estrategias integradas en empresas multinacionales. Sustainability, 17(21), 9757.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Civić, A., Jovanović, M., Todorov ić, I., & Marič, M. (2024). Comparación de actitudes en Eslovenia y Serbia hacia la economía circular en la industria textil. Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies, 29(1).

Herramienta de comparación de países,https://www.theculturefactor.com/country-comparison-tool?countries=italy%2Cromania%2Cslovenia%2Cspain(Consultado el 31/03/2026)

Crociata, A., Agovino, M., & Sacco, PL (2015). Reciclaje de residuos: ¿Importa la cultura? Journal of Behavioral and Experimental Economics, 55, 40-47.

De Stefano, L., & Hernandez-Mora, N. (2018). Interacciones multinivel en un contexto de descentralización política y evolución de los objetivos de la política hídrica: El caso de España. Regional Environmental Change, 18(6), 1579-1591.

Di Matteo, E. (2026). Regulación del plástico de un solo uso según la Directiva (UE) 2019/904 y más allá: lecciones de Italia y España. BioLaw Journal-Rivista di BioDiritto, (1), 267-299.

Draghici, A., Boatca, ME, Rada, EC, perniu, D., Bubik, A., Sirbu, RM, & Baera, C. (2024). Educación sobre el plástico en una economía circular y climáticamente neutra: prevención de la contaminación ambiental por residuos. Acta Technica Napocensis-Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 67(3S).

Džajić Uršič, E., Pandiloska Jurak, A. y Topić Božič, J. (2025). De la política a la práctica: la legislación de economía circular de la UE y los desafíos de implementación de Eslovenia: una revisión sistemática. Sostenibilidad, 17(21), 9408.

Enache, MM, Gavrilescu, D., Barjoveanu, G., & Teodosiu, C. (2025). Residuos plásticos en Rumania: entre los compromisos de la Unión Europea y las realidades actuales. Applied Sciences, 15(24), 13264.

Erokhin, D., Komendantova, N., & Mattera, M. (2024). Políticas españolas de adaptación al cambio climático: un análisis exhaustivo de los elementos participativos. Conferencia Internacional Socioecos.

Escobar-Sánchez, G., Robbe, E., Baccar Chabaane, A., Gatel Rebours, M., & Schernewski, G. (2025). Sustitución de plásticos de un solo uso en festivales costeros: una evaluación crítica de vajilla biodegradable, compostable y de base biológica, políticas regulatorias y concienciación pública. International Journal of Environmental Research, 19(5), 190.

Giannoccaro, I., Ceccarelli, G., & Fraccascia, L. (2021). Características de la educación superior para la economía circular: el caso de Italia. Sustainability, 13(20), 11338.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Işman, A., Shakibi, S., & Ciu, MS (2025). El efecto de las redes sociales en las barreras de comunicación en la educación superior (estudio de caso de la Universidad Internacional de Chipre, CIU). The Online Journal of Distance Education and e-Learning, 13(1), 47.

Lavtizar, V., Igor, K., Ladeja, GK, Mojca, BK y Polonca, T. (2021). Una transición hacia la economía circular en Eslovenia. En Economía circular: tendencias recientes en perspectiva global (pp. 425-456). Singapur: Springer Nature Singapore.

Levonian, R., & Joita, IC (2025). Enseñanza de la cultura rumana a estudiantes extranjeros: un experimento que involucra la comprensión de las artes visuales por parte de los estudiantes. Boletín de la Universidad Transilvania de Brasov. Serie IV: Filología y Estudios Culturales, 93-112.

Lotti, G., Matteucci, E., Marseglia, M., Pistoresi, G. y Ciriano, DR (2026). Made in Italy hacia la Sostenibilidad. De la tradición al futuro. did, 104-120.

Mengozzi, A. (2010). El aumento de los residuos supone un desafío para la democracia local. La política de los residuos entre Europa y el Mediterráneo: un enfoque en Italia. California Italian Studies, 1(1).

Pariso, P., & Marino, A. (2025). Análisis comparativo del desempeño de las regiones italianas en la gestión de residuos: perspectivas cualitativas y cuantitativas. Transforming Government: People, Process and Policy, 19(3), 596-613.

Pogačar, A., & Gregor-Svetec, D. (2025). Estudio de caso sobre la gestión de residuos en Eslovenia: desafíos, cambios y el camino a seguir. Lex Localis, 23(3), 125-148.

Rajčić, V., Lin, YH, Laban, M., Tsikaloudaki, K. y Ungureanu, V. (2025). Desafíos culturales y sociales para la implementación de estrategias circulares. Sostenibilidad, 17(1), 220.

Severgnini, B. (2008). La bella figura: Una guía de campo para la mente italiana. Crown.

Sodja, S. y Pirnat, S. (2023). Leyes sobre plásticos y embalajes en Eslovenia. Pridobljeno dne, 28(5), 2024.

Teso-Alonso, MG, Morales-Corral, E., & Gaitán-Moya, JA (2021). La emergencia climática en los medios españoles y el «Decálogo de recomendaciones para informar sobre el cambio climático». Communication & Society, 107-123.

Tutunaru, T. (2022). Los desafíos del sistema educativo en Rumania. Anales de la Universidad Ovidius, Serie de Ciencias Económicas, 22(2), 463-470.

van den Berg, M., Schraven, D., De Wolf, C., & Voordijk, H. (2024). Materializando futuros responsables: Un análisis fenomenológico interpretativo de experiencias de diseño circular en la construcción. Producción y consumo sostenibles, 51, 92-104.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

9 Descripción de los riesgos y medidas de mitigación relacionados con la implementación del programa de capacitación y certificación EDU4PlastiCircular. Campañas de sensibilización.

9.1 Introducción

La transición hacia una economía circular y climáticamente neutra requiere no solo innovación tecnológica y evolución normativa, sino también profundos cambios en el conocimiento, las competencias, las actitudes y los comportamientos. En este contexto, la educación desempeña un papel estratégico al dotar a las generaciones presentes y futuras de las habilidades necesarias para comprender las implicaciones ambientales de la producción, el consumo, la gestión de residuos y la recuperación de recursos plásticos. Se espera cada vez más que las instituciones de educación superior, los proveedores de formación profesional, las industrias y las organizaciones públicas promuevan itinerarios de aprendizaje interdisciplinarios capaces de respaldar la implementación de los principios de la economía circular y la gestión sostenible del plástico (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

El proyecto EDU4PlastiCircular se concibió para dar respuesta a este reto educativo mediante el desarrollo de un ecosistema innovador que combina conocimientos científicos, entornos de aprendizaje digital, recursos educativos interactivos y certificación basada en competencias. A través de la integración de módulos de aprendizaje electrónico, bibliotecas digitales, cursos online masivos y abiertos (MOOC), estudios de caso prácticos y enfoques pedagógicos modernos, el proyecto busca fomentar el desarrollo de competencias verdes entre estudiantes universitarios, educadores, directivos, empleados y demás partes interesadas en la cadena de valor del plástico (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

Sin embargo, como ocurre con cualquier innovación educativa que involucra a múltiples organizaciones, países, grupos objetivo y tecnologías digitales, la implementación del programa de capacitación y certificación EDU4PlastiCircular conlleva inevitablemente una serie de riesgos potenciales. Estos riesgos pueden afectar diferentes dimensiones del proyecto, incluyendo la efectividad pedagógica, la confiabilidad tecnológica, la participación de las partes interesadas, la adopción organizacional, la capacidad de difusión, la sostenibilidad a largo plazo y el logro general de los objetivos del proyecto.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

No anticipar ni gestionar adecuadamente estos desafíos puede reducir la participación de los estudiantes, comprometer la calid ad de los resultados educativos, limitar la difusión de los resultados del proyecto y obstaculizar la creación de un impacto duradero más allá de la duración del proyecto (Project Management Institute, 2021).

Por lo tanto, la gestión de riesgos debe consid erarse un componente integral de la estrategia de implementación de EDU4PlastiCircular, en lugar de una actividad reactiva que se realiza únicamente cuando surgen problemas. Un enfoque proactivo permite a los socios del proyecto, educadores, gestores insti tucionales y personal técnico identificar vulnerabilidades potenciales en una fase temprana, evaluar su probabilidad y posibles consecuencias, e implementar medidas preventivas o correctivas adecuadas antes de que se produzcan interrupciones significativas . Este enfoque es totalmente coherente con los principios de mejora continua promovidos por los marcos europeos de garantía de calidad y las iniciativas de innovación educativa (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

La complejidad del ecosiste ma EDU4PlastiCircular refuerza aún más la necesidad de una gestión sistemática del riesgo. El proyecto integra simultáneamente diversos elementos que deben operar de forma sinérgica, como plataformas de aprendizaje digital, contenido educativo multimedia, evaluación basada en competencias, colaboración internacional, difusión multilingüe, participación de las partes interesadas y la actualización continua del conocimiento científico relacionado con los plásticos, los microplásticos, la economía circular y l as políticas ambientales europeas. Cada uno de estos componentes puede generar desafíos técnicos, organizativos, educativos o de comunicación específicos que requieren estrategias de mitigación concretas (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

Además, la rápida evolución de la legislación europea en materia de plásticos, residuos de envases, economía circular, neutralidad climática y diseño de productos sostenibles exige que los materiales educativos mantengan su rigor científico y se actualicen continuamente. Asimismo, los avances en tecnologías digitales, inteligencia artificial, metodologías de aprendizaje en línea y análisis educativo generan nuevas oportunidades para mejorar la calidad de la formación, pero también plantean retos adicionales en cuanto a accesibilidad, inclusión digital, ciberseguridad, protección de datos y obsolescencia tecnológica. Por consiguiente, una gestión eficaz del riesgo no solo debe abordar las barreras actuales para la implementación, sino también considerar los desarrollos futuros que puedan influir en la relevancia y la eficacia del marco educativo EDU4PlastiCircular (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Un aspecto igualmente importante concierne a la dimensión humana de la innovación educativa. Su implementación exitosa depende de la motivación y la participación activa de educadores, estudiantes, socios industriales, instituciones públicas y la sociedad en general. La resistencia al cambio de comportamiento, la escasa conciencia ambiental, las insuficientes competencias digitales, la falta de apoyo institucional o la colaboración inadecuada entre las partes interesadas pueden reducir significativamente la eficacia incluso del programa educativo más sólido desde el punto de vista científico. Por ello , la mitigación de riesgos debe combinar soluciones técnicas con medidas educativas, organizativas y de comunicación capaces de fortalecer el compromiso y fomentar una cultura compartida de sostenibilidad (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

Desde esta perspectiva, las actividades de sensibilización representan una de las medidas preventivas más eficaces. Las campañas de difusión, los eventos públicos, la comunicación en redes sociales, las demostraciones prácticas, los estudios de caso industriales, las iniciativas de participación ciudadana y los recursos educativos abiertos contribuyen no solo a aumentar la visibilidad del proyecto, sino también a reducir muchos de los riesgos asociados a la escasa participación, la desinformación y el bajo compromiso de las partes interesadas. Por lo tanto, las campañas de sensibilización constituyen un componente esencial de la estrategia general de mitigación, más que una actividad de difusión aislada (Hopkin, 2018; Project Management Institute, 2021).

El objetivo de este capítulo es ofrecer una visión general estructurada de los principales riesgos que pueden surgir durante la implementación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular, junto con estrategias prácticas de mitigación que pueden apoyar a educadores, universidades, proveedores de formación, empresas, organismos públicos y socios del proyecto a lo largo del desarrollo del programa educativo. En lugar de presentar la gestión de riesgos como una lista de verificación estática, el enfoque propuesto promueve el monitoreo continuo, la revisión periódica, la retroalimentación de las partes interesadas y la mejora adaptativa, garantizando que el ecosistema EDU4PlastiCircular siga siendo científicamente sólido, pedagógicamente eficaz, tecnológicamente fiable y capaz de generar valor educativo, ambiental y social a largo plazo.

9.2 Enfoque de gestión de riesgos

La implementación exitosa del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular requiere un enfoque estructurado y sistemático para la gestión de riesgos a lo largo de todo el ciclo educativo. Dada la naturaleza multidisciplinaria del proyecto, que integra ciencias ambientales, principios de economía circular, tecnologías de aprendizaje digital,

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

educación basada en competencia s y cooperación internacional, es fundamental anticipar, monitorear continuamente y gestionar eficazmente los riesgos potenciales antes de que afecten negativamente los resultados del aprendizaje o la sostenibilidad del proyecto (Tinsley y Pillai, 2020).

La gestión de riesgos en proyectos educativos difiere de la evaluación de riesgos tradicional en la industria o la ingeniería, ya que abarca no solo aspectos técnicos y operativos, sino también dimensiones pedagógicas, organizativas, sociales, tecnológicas y conductuales. Por consiguiente, el marco EDU4PlastiCircular adopta una perspectiva holística en la que los riesgos se analizan según su influencia potencial en la calidad educativa, la participación del alumnado, la implementación institucional, la infr aestructura digital, las actividades de difusión y la explotación a largo plazo de los resultados del proyecto (Tinsley y Pillai, 2020; Project Management Institute, 2021).

En lugar de considerar la gestión de riesgos como una actividad puntual realizada durante la planificación del proyecto, la metodología propuesta se basa en el principio de mejora continua. Los riesgos evolucionan a lo largo del proceso de implementación a medida que cambian los entornos educativos, las tecnologías, las expectativas de l as partes interesadas y los marcos legislativos. Por lo tanto, la reevaluación periódica y las estrategias de mitigación adaptativas son esenciales para mantener la eficacia y la relevancia del programa de formación.

La metodología propuesta se basa en un ciclo continuo de gestión de riesgos compuesto por cinco fases secuenciales (Fig. 9.1).



Higo.9.1El ciclo de gestión continua de riesgos

Cada fase contribuye a fortalecer la resiliencia del ecosistema educati vo y respalda la toma de decisiones basada en evidencia a lo largo de la implementación del programa (Project Management Institute, 2021).

9.2.1 Identificación de riesgos

La primera fase consiste en identificar sistemáticamente todos los eventos potenciales que podrían afectar negativamente la implementación del programa de capacitación y certificación EDU4PlastiCircular. La identificación de riesgos debe involucrar a todas las partes interesadas relevantes, incluidos los coordinadores del proyect o, las instituciones de educación superior, los educadores, los especialistas en TI, los socios industriales, los

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

estudiantes y los revisores externos (Tinsley y Pillai, 2020). Las posibles fuentes de riesgo pueden surgir de varios ámbitos, incluidos (cons iderando los aspectos en (Organización Mundial de la Salud, 2021)):

- Factores organizativos e institucionales;
- Infraestructura tecnológica y plataformas digitales;
- Metodologías pedagógicas;
- Participación y motivación del alumnado;
- calidad del contenido científico;
- Novedades normativas y políticas;
- Actividades de comunicación y difusión;
- Sostenibilidad a largo plazo de los resultados del proyecto.

También se debe prestar especial atención a los riesgos emergentes asociados con las tecnologías digitales en rápida evolución, la inteligencia artificial, la ciberseguridad, la desinformación y la cambiante legislación medioambiental europea. La identificación temprana permite a los socios del proyecto implementar medidas preventivas antes de que los riesgos se conviertan en obstáculos importantes.

9.2.2 Evaluación de riesgos

Tras su identificación, cada riesgo debe evaluarse según dos criterios fundamentales (Tinsley y Pillai, 2020):

- **Probabilidad** representa la probabilidad de que ocurra el riesgo;
- **Impacto** , que representa la gravedad de las consecuencias en caso de que ocurra el evento.

La combinación de estos dos parámetros permite priorizar los riesgos según su importancia general. Los riesgos de alta probabilidad y alto impacto requieren acciones preventivas inmediatas, mientras que los riesgos de baja probabilidad y bajo impacto generalmente pueden monitorearse mediante actividades rutinarias de gestión de proyectos.

Se puede adoptar una clasificación cualitativa para simplificar la toma de decisiones (Tabla 9.1).

Mesa9.1Criterios de evaluación cualitativa de riesgos

Parámetro	Descripción
Muy bajo	Ocurrencia improbable o consecuencias insignificantes
Bajo	Probabilidad limitada o impacto menor en las actividades del proyecto.
Medio	Probabilidad moderada que requiere seguimiento periódico

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Alto	Probabilidad significativa o consecuencias que requieren mitigación.
Muy alto	Riesgo crítico que requiere medidas preventivas inmediatas.

Este enfoque cualitativo es particul armente adecuado para proyectos educativos, donde los datos cuantitativos no siempre están disponibles y el juicio de los expertos juega un papel importante en la evaluación de los factores organizacionales y conductuales (Tinsley y Pillai, 2020).

9.2.3 Planificación de la mitigación

Una vez priorizados los riesgos, deben definirse medidas de mitigación adecuadas para reducir la probabilidad de ocurrencia o minimizar las posibles consecuencias. Estas medidas deben ser realistas, económicamente viables y com patibles con los objetivos del proyecto EDU4PlastiCircular (Tinsley y Pillai, 2020).

Las estrategias de mitigación eficaces generalmente combinan varios enfoques complementarios, entre ellos:

- Medidas preventivas diseñadas para eliminar las causas fundamentales del riesgo;
- Medidas correctivas para minimizar las consecuencias;
- Planes de contingencia para garantizar la continuidad de las actividades educativas;
- Asignación clara de responsabilidades entre los socios del proyecto;
- Comunicación continua entre las partes interesadas.

En el marco de EDU4PlastiCircular, las medidas de mitigación pueden incluir la actualización periódica de los materiales educativos, el mantenimiento técnico de las plataformas digitales, la formación adicional del profesorado, las actividades de apoyo al alumnado, las campañas de concienciación, las iniciativas de difusión, las mejoras en la accesibilidad y la validación científica periódica del contenido educativo.

9.2.4 Seguimiento y revisión

La gestión de riesgos es un proceso continuo que requiere un seguimiento constante durante la implementación del programa de capacitación. Pueden surgir nuevos riesgos a medida que evolucionan las tecnologías, cambian las necesidades educativas o las condiciones externas influyen en la ejecución del programa (Tinsley y Pillai, 2020). Por consiguiente, las medidas de mitigación deben revisarse periódicamente para verificar su eficacia y ajustarse cuando sea necesario. Las actividades de seguimiento pueden incluir:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- Análisis de las estadísticas de participación de los estudiantes;
- Tasas de finalización de los módulos en línea;
- encuestas de satisfacción del usuario;
- Indicadores de rendimiento técnico de la plataforma digital;
- Comentarios de educadores y partes interesadas externas;
- Informes revisados por pares;
- Análisis de indicadores de difusión;
- Reuniones periódicas de revisión entre los socios del proyecto.

Las herramientas de análisis de aprendizaje disponibles a través de la plataforma de aprendizaje electrónico pueden proporcionar información valiosa sobre la participación del usuario, el progreso, el rendimiento en las evaluaciones y las tasas de finalización, lo que permite identificar con antelación posibles problemas de implementación.

9.2.5 Mejora continua

La fase final cierra el ciclo de gestión de riesgos integrando las lecciones aprendidas en el desarrollo de futuros programas. La mejora continua representa uno de los principios fundamentales de los sistemas de garantía de calidad y se alinea estrechamente con la filosofía educativa del proyecto EDU4PlastiCircular. La información recopilada durante las actividades de seguimiento debe analizarse sistemáticamente para identificar oportunidades de mejora del contenido educativo, las herramientas digitales, las metodologías pedagógicas, la participación de las partes interesadas y las estrategias de difusión. Por lo tanto, la retroalimentación obtenida de los estudiantes, educadores, socios industriales y revisores externos debe convertirse en una fuente esencial de conocimiento para actualizar tanto el programa de formación como su esquema de certificación asociado. Este proceso iterativo también facilita la adaptación a futuros avances científicos, innovaciones tecnológicas y desarrollos políticos relacionados con los plásticos, la economía circular, los microplásticos, los materiales sostenibles y la neutralidad climática. En consecuencia, el marco de EDU4PlastiCircular se mantiene dinámico en lugar de estático, lo que garantiza que los recursos educativos sigan reflejando la evidencia científica más reciente y las prioridades europeas.

En general, la metodología de gestión de riesgos propuesta transforma la evaluación de riesgos, pasando de ser un ejercicio administrativo reactivo a un instrumento de gobernanza proactivo que fomenta la excelencia educativa, la confianza de las partes interesadas y la sostenibilidad a largo plazo de la iniciativa EDU4PlastiCircular. Mediante la identificación, evaluación, mitigación, seguimiento y revisión continua de los riesgos de implementación de forma sistemática, los socios del proyecto pueden aumentar significativamente la eficacia, la resiliencia y el impacto social del programa de formación

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

y certificación, al tiempo que promueven una cultura de aprendizaje continuo e innovación sostenible.

9.3 Principales riesgos y estrategias de mitigación para el programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular

La implementación de un marco educativo innovador como EDU4PlastiCircular involucra a numerosos actores, instituciones educativas, infraestructuras digitales, socios industriales y estudiantes con perfiles diversos. En consecuencia, pueden surgir diversos riesgos técnicos, organizativos, pedagógicos y sociales durante el desarrollo del programa de formación y certificación.

Las siguientes secciones identifican los principales riesgos que pueden influir en la eficacia del ecosistema EDU4PlastiCircular y proponen estrategias de mitigación que pueden apoyar a los socios del proyecto, las instituciones de educación superior, los formadores y las organizaciones tanto durante la implementación como durante la explotación a largo plazo de los resultados del proyecto.

En lugar de considerar estos riesgos de forma independiente, deben interpretarse como factores interconectados que influyen colectivamente en la calidad general, la accesibilidad, la sostenibilidad y el impacto del programa educativo.

9.3.1 Riesgo 1 – Limitada participación y motivación del alumno

Uno de los desafíos más comunes que afectan a los entornos de aprendizaje en línea y semipresencial es la disminución progresiva de la participación del alumnado con el tiempo. Si bien la sostenibilidad ambiental y la economía circular han cobrado gran relevancia en los últimos años, los estudiantes suelen percibir estos temas como altamente teóricos, desconectados de las actividades cotidianas o ajenos a su futura trayectoria profesional. La baja participación puede derivar en una menor asistencia, itinerarios de aprendizaje incompletos, un rendimiento deficiente en las evaluaciones y, en última instancia, bajas tasas de certificación. Diversos factores pueden contribuir a este fenómeno, como el exceso de contenido teórico, la interacción insuficiente, la falta de ejemplos prácticos, las oportunidades limitadas de colaboración y la personalización inadecuada de las experiencias de aprendizaje.

Las medidas de mitigación deben centrarse en aumentar la participación del alumnado mediante metodologías de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el pensamiento de diseño, la gamificación, los laboratorios virtuales, los estudios de casos industriales, las simulaciones interactivas y las tareas colaborativas. El uso de insignias digitales, certificados, cuestionarios y mecanismos de retroalimentación

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

continua puede incrementar aún más la motivación del alumnado. La plataforma de aprendizaje electrónico también debe monitorizar los indicadores de participación, lo que permitirá a los instruct ores identificar señales tempranas de desmotivación e intervenir mediante actividades de apoyo personalizadas.

9.3.2 Riesgo 2 – Competencias digitales insuficientes

El programa EDU4PlastiCircular se basa en gran medida en entornos de aprendizaje digital, h erramientas de colaboración en línea y recursos educativos multimedia. Sin embargo, tanto educadores como estudiantes pueden presentar niveles heterogéneos de alfabetización digital. Las competencias digitales limitadas pueden reducir la participación, gen erar frustración durante la asistencia a las clases e influir negativamente en los resultados del aprendizaje. Este problema puede ser especialmente relevante entre los estudiantes adultos, los profesionales que retoman la docencia y el personal universita rio con poca experiencia en la enseñanza en línea.

Para reducir este riesgo, cada módulo de aprendizaje digital debe ir acompañado de tutoriales introductorios, documentos de orientación técnica, breves demostraciones en vídeo y manuales de usuario. Asimis mo, deben ofrecerse sesiones de orientación inicial y asistencia técnica continua a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. La adopción de interfaces intuitivas y principios de diseño centrados en el usuario contribuye aún más a reducir las barreras te cnológicas.

9.3.3 Riesgo 3 – Fallos tecnológicos de la plataforma digital

La fiabilidad de la infraestructura de aprendizaje digital representa uno de los factores clave para el éxito del proyecto EDU4PlastiCircular. Fallos inesperados del servidor, incomp atibilidades de software, incidentes de ciberseguridad, problemas de conectividad a internet o sistemas de evaluación defectuosos pueden interrumpir temporalmente las actividades de aprendizaje y disminuir la confianza de los usuarios en la plataforma. Dad o que el programa depende en gran medida de los recursos de aprendizaje en línea, los fallos técnicos pueden tener consecuencias inmediatas para la continuidad del curso y las actividades de certificación.

Las estrategias de mitigación incluyen el mantenim iento regular del software, soluciones de alojamiento en la nube, procedimientos automáticos de copia de seguridad de datos, protocolos de ciberseguridad, mecanismos de redundancia y monitorización continua del rendimiento de la plataforma. Un equipo de so porte técnico especializado debe estar disponible para resolver rápidamente los problemas técnicos que reporten los usuarios.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

9.3.4 Riesgo 4 – Obsolescencia científica del contenido educativo

El conocimiento científico sobre plásticos, economía circular, m icroplásticos, tecnologías de reciclaje y legislación medioambiental europea evoluciona rápidamente. Los materiales didácticos desarrollados durante el proyecto pueden quedar obsoletos gradualmente debido a nuevas evidencias científicas, directivas europea s revisadas o innovaciones tecnológicas. Si los recursos didácticos no se actualizan periódicamente, los alumnos pueden recibir información desactualizada, lo que reduce tanto la credibilidad científica como la aplicabilidad práctica del programa.

Las medi das de mitigación deben incluir la revisión periódica del contenido educativo, la revisión científica por pares a cargo de expertos, la revisión anual de los materiales didácticos y el seguimiento continuo de las nuevas políticas europeas, las normas técni cas y los avances en la investigación. La estructura de recursos educativos abiertos (REA) adoptada por EDU4PlastiCircular facilita la actualización continua sin necesidad de rediseñar por completo el programa de formación.

9.3.5 Riesgo 5 – Apoyo instituci onal limitado

La implementación exitosa depende en gran medida del compromiso de las universidades, los proveedores de formación y la dirección de las organizaciones. Un apoyo institucional limitado puede reducir la asignación de recursos, restringir las actividades de difusión y limitar la integración del programa en los itinerarios educativos existentes. Este riesgo es particularmente relevante una vez finalizada la financiación de Erasmus+, cuando la sostenibilidad a largo plazo depende principalmente de la apropiación institucional.

Las estrategias de mitigación incluyen la participación de los responsables de la toma de decisiones institucionales desde el inicio de la implementación, la demostración del valor educativo y social del programa, la alineaci ón de las actividades de capacitación con las estrategias de sostenibilidad de la universidad y la integración de los módulos en los planes de estudio existentes siempre que sea posible.

Los acuerdos de cooperación a largo plazo entre los socios del proyec to pueden reforzar aún más la sostenibilidad.

9.3.6 Riesgo 6 – Resistencia al cambio de comportamiento

La educación ambiental no se limita a transmitir conocimientos; busca modificar actitudes y comportamientos. Sin embargo, el cambio de comportamiento sue le estar influenciado por los valores personales, el trasfondo cultural, las experiencias previas y los hábitos organizacionales. Los participantes pueden comprender los principios

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

teóricos de la Economía Circular, pero seguir adoptando prácticas insosteni bles en su vida personal o profesional. Para superar este desafío, el enfoque educativo debe hacer hincapié en el aprendizaje experiencial, los estudios de casos reales, los ejercicios prácticos, los proyectos comunitarios y la interacción directa con las industrias que implementan soluciones de Economía Circular.

Las actividades de reflexión y los debates colaborativos pueden fortalecer aún más la conciencia ambiental y fomentar una transformación del comportamiento a largo plazo.

9.3.7 Riesgo 7 – Diversid ad cultural y lingüística

El consorcio EDU4PlastiCircular reúne a varios países europeos con diferentes tradiciones educativas, idiomas, marcos normativos y actitudes culturales hacia la sostenibilidad ambiental. Los materiales educativos que resultan efic aces en un contexto nacional pueden requerir adaptación antes de ser transferidos a otro.

Las medidas de mitigación incluyen recursos educativos multilingües, ejemplos adaptados a las diferentes culturas, estudios de caso locales y enfoques pedagógicos flexibles que respetan los sistemas educativos nacionales, manteniendo al mismo tiempo los estándares de calidad europeos comunes. La colaboración internacional entre los socios del consorcio sigue siendo fundamental para garantizar la coherencia y la inclusi ón.

9.3.8 Riesgo 8 – Accesibilidad e inclusión limitadas

Los programas educativos deben garantizar la igualdad de oportunidades de aprendizaje para todos los participantes, incluidas las personas con discapacidad o necesidades educativas especiales. Las ba rreras de accesibilidad digital pueden reducir significativamente la participación y afectar negativamente la satisfacción del alumnado. Las medidas de mitigación incluyen el cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), vídeos subtitulados, documentos legibles, interfaces de alto contraste, compatibilidad con lectores de pantalla, texto alternativo para imágenes y rutas de aprendizaje flexibles. Los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) deben integrarse progr esivamente en las futuras actualizaciones de la plataforma.

9.3.9 Riesgo 9 – Escasa participación de las partes interesadas

El éxito de EDU4PlastiCircular depende no solo de las universidades, sino también de la industria, las autoridades públicas, las ONG y las organizaciones profesionales. La escasa participación de las partes interesadas puede reducir las oportunidades de difusión, las experiencias de aprendizaje práctico y la futura explotación de los resultados del

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

proyecto. Las estrategias para mitiga r este problema incluyen el establecimiento de alianzas estratégicas, la organización de talleres para las partes interesadas, la participación de expertos de la industria como ponentes invitados, la promoción de prácticas profesionales y la creación de co munidades de práctica capaces de extender el impacto del proyecto más allá del ámbito académico.

9.3.10 Riesgo 10 – Sostenibilidad limitada a largo plazo

Uno de los principales retos que afectan a los proyectos europeos reside en la continuidad de las acti vidades tras su finalización. Sin una planificación de sostenibilidad adecuada, las plataformas digitales, los recursos educativos y los sistemas de certificación pueden perder visibilidad gradualmente y quedar obsoletos. Entre las medidas de mitigación se incluyen el mantenimiento de la Biblioteca Digital como recurso educativo abierto, la integración de los módulos en los programas de enseñanza universitaria, la promoción de iniciativas de aprendizaje permanente, el establecimiento de la titularidad insti tucional de las infraestructuras digitales y la actualización periódica de los materiales educativos.

La difusión a través de publicaciones científicas, conferencias, redes profesionales y futuras colaboraciones europeas puede aumentar aún más la longevida d y el impacto del proyecto.

Los riesgos descritos anteriormente no deben considerarse obstáculos para la implementación, sino oportunidades para fortalecer la solidez, la resiliencia y la eficacia a largo plazo del ecosistema educativo EDU4PlastiCircular. Mediante un seguimiento sistemático, la participación continua de las partes interesadas y una gestión adaptativa, estos riesgos pueden reducirse progresivamente, permitiendo que el programa de formación y certificación evolucione hasta convertirse en un modelo europeo de referencia sostenible para la educación sobre plásticos, economía circular y neutralidad climática.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Mesa9.2Resumen de los principales riesgos y estrategias de mitigación

Riesgo	Impacto potencial	Estrategia principal de mitigación
Bajo nivel de participación del alumno	Bajas tasas de finalización	Aprendizaje activo, gamificación, estudios de caso
Habilidades digitales limitadas	Participación reducida	Tutoriales, soporte técnico, formaci ón introductoria
Fallos de la plataforma	Aprendizaje interrumpido	Sistemas de respaldo, mantenimiento, soporte de TI
Contenido obsoleto	Calidad científica reducida	Actualizaciones periódicas y revisión por pares
Apoyo institucional limitado	Mala implementación a largo plazo	Compromiso institucional estratégico
Resistencia conductual	Impacto social limitado	Aprendizaje experiencial y campañas de sensibilización
Diversidad cultural	Resultados de aprendizaje desiguales	Materiales multilingües y adaptados culturalmente
barreras de accesibilidad	Menor inclusión	Diseño Universal para el Aprendizaje y cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG)
Escasa participación de las partes interesadas	Difusión limitada	Asociaciones y comunidades de práctica
Sostenibilidad limitada	Pérdida del legado del proyecto	Integración en los planes de estudio y actualización continua

9.4 Las campañas de sensibilización como herramienta estratégica para la mitigación de riesgos

Las campañas de sensibilización son una estrategia eficaz para reducir muchos de los riesgos asociados a la implementación del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular. Además de difundir los resultados del proyecto, promueven la conciencia ambiental, fomentan el cambio de comportamiento, fortalecen la participación de las partes interesadas y apoyan la adopción de los principios de la economía circular.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

En el marco de EDU4PlastiCircular, la sensibilización debe considerarse un proceso educat ivo continuo que acompaña a todo el proceso de aprendizaje. Al aumentar la comprensión de los impactos ambientales de la producción, el consumo y la gestión de residuos plásticos, las actividades de sensibilización ayudan a superar barreras como la baja mo tivación del alumnado, la desinformación y la resistencia al cambio de comportamiento.

Las campañas de sensibilización eficaces deben combinar información científicamente validada con ejemplos prácticos, estudios de caso y experiencias de aprendizaje inter activas. En la educación superior, pueden integrarse en seminarios, talleres, conferencias magistrales, proyectos multidisciplinarios y visitas de campo, lo que permite a los estudiantes conectar el conocimiento teórico con aplicaciones prácticas.

La comun icación digital también desempeña un papel fundamental. La plataforma de aprendizaje electrónico EDU4PlastiCircular, la biblioteca digital, los MOOC y los recursos multimedia proporcionan herramientas accesibles para llegar a un público amplio, mientras qu e las redes sociales, los seminarios web, los boletines informativos y los debates en línea facilitan aún más la difusión y la interacción con las partes interesadas.

Las estrategias de comunicación deben adaptarse a los diferentes grupos objetivo, incluid os estudiantes, educadores, profesionales y autoridades públicas. Los ejemplos prácticos, los casos de éxito y las buenas prácticas pueden aumentar la participación y demostrar los beneficios ambientales y económicos de las soluciones de economía circular.

Para garantizar un impacto a largo plazo, las actividades de sensibilización deben continuar más allá de la duración del proyecto mediante el mantenimiento de Recursos Educativos Abiertos (REA), actualizaciones periódicas de contenido, colaboración con in stituciones educativas y partes interesadas, y participación en eventos científicos y públicos.

La eficacia de las campañas de sensibilización debe evaluarse mediante indicadores como la tasa de participación, la finalización de los cursos, el uso de la pl ataforma, la retroalimentación de las partes interesadas y la adopción de los recursos educativos de EDU4PlastiCircular. En general, las campañas de sensibilización representan una medida de mitigación transversal que refuerza la calidad, la sostenibilidad y el impacto a largo plazo de la iniciativa EDU4PlastiCircular, al tiempo que apoya los objetivos del Pacto Verde Europeo y la transición hacia una economía circular.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

9.5 Seguimiento y mejora continuos

La implementación efectiva del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular requiere un seguimiento continuo para garantizar que el contenido educativo, las herramientas digitales y las metodologías de enseñanza sigan siendo relevantes, científicamente precisas y alineadas con las necesidades de los estudiantes. El seguimiento debe considerarse un proceso permanente que respalde tanto la garantía de calidad como la mejora continua.

Los socios del proyecto y las instituciones participantes deben evaluar periódicamente el desempeño del programa mediante indicadores cuantitativos y cualitativos, como la participación de los estudiantes, las tasas de finalización de los cursos, los resultados de las certificaciones, la satisfacción de los usuarios, el rendimiento de la plataforma y la retroalimentación de las partes interesadas. Los análisis de aprendizaje generados por la plataforma digital pueden contribuir a identificar posibles deficiencias y oportunidades de mejora.

Las revisiones periódicas de los materiales educativos son igualmente importantes, sobre todo teniendo en cuenta la rápida evolución del conocimiento científico, las prácticas de la economía circular, las tecnologías digitales y las políticas medioambientales europeas relacionadas con los plásticos y la sostenibilidad. La actualización de los recursos de aprendizaje garantiza que el programa de formación siga ofreciendo información fiable y basada en evidencia.

La sostenibilidad a largo plazo de EDU4PlastiCircular depende también del mantenimiento de la Biblioteca Digital, la plataforma de aprendizaje electrónico y los Recursos Educativos Abiertos (REA), así como del fortalecimiento de la colaboración entre universidades, industrias, administraciones públicas y demás partes interesadas. Las actividades de difusión continua y la integración de los módulos de formación en los programas educativos existentes incrementarán aún más el impacto del proyecto más allá del periodo de financiación Erasmus+.

En general, el seguimiento y la mejora continuos refuerzan la resiliencia, la calidad y la eficacia a largo plazo del ecosistema educativo EDU4PlastiCircular, garantizando que siga siendo un recurso valioso para promover los principios de la economía circular y la gestión responsable del plástico en toda Europa.

9.6 Referencias

Hopkin, P. (2018). Fundamentos de la gestión de riesgos: comprensión, evaluación e implementación de una gestión de riesgos eficaz (5.ª ed.). Kogan Page.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Project Management Institute (2021). Guía de los fundamentos de la gestión de proyectos (Guía PMBOK) (7.ª ed.). Project Management Institute.

Tinsley, TE, & Pillai, AS (2020). Gestión de riesgos en la implementación de proyectos de educación superior: mejores prácticas y marcos de referencia. Journal of Higher Education Policy and Management, 42(3), 291 – 307.https://doi.org/10.1080/1360080X.2020.1732041

Organización Mundial de la Salud (2021). Implementación de las Pautas de Accesibilidad para el Conteni do Web (WCAG) 2.1 y marcos de seguridad digital para los sistemas educativos. Organización Mundial de la Salud.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

10 Conclusiones y observaciones finales

10.1 Conclusiones generales

El proyecto EDU4PlastiCircular aborda un imperativo socioambiental urgente: mitigar la contaminación por microplásticos y acelerar la transición hacia una economía circular del plástico mediante la innovación en la educación superior. Al sintetizar conocimientos interdisciplinarios, metodologías de enseñanza modernas y recursos educativos de acceso abierto, la iniciativa establece un marco escalable para fomentar competencias verdes en redes académicas y profesionales europeas. A continuación, se presenta una síntesis de los resultados principales, destacando los aspectos y contribuciones más importantes de los proyectos diseñados, desarrollados e implementados:

- **Innovación pedagógica** -La integración del marco GreenComp de la Comisión Europea con métodos experienciales (pedagogía Gestalt, aprendizaje basado en problemas) y herramientas digitales (MOOC interactivos, Miro, Padlet, etc.) logra cerrar la brecha entre los principios teóricos de la economía circular y la resolución aplicada de problemas.
- **Desarrollo de competencias** -Mediante actividades y evaluaciones de aprendizaje estructuradas (LAA, por sus siglas en inglés) alineadas con los estándares del Marco Europeo de Cualificaciones (EQF, por sus siglas en inglés), los alumnos de diversos grupos —incluidos estudiantes universitarios, educadores y personal de la industria— adquieren tanto capacidades técnicas en evaluación del ciclo de vida (ACV, por sus siglas en inglés) como habilidades interpersonales para el cambio de comportamiento.
- **Recursos Educativos Abiertos (REA)** -La creación de una plataforma de aprendizaje electrónico específica (elearningproject.eu) y una biblioteca digital permanente garantiza que los materiales de los cursos modulares, las microcredenciales (insignias digitales) y los marcos de evaluación sigan siendo accesibles para su adopción generalizada en el ámbito académico.
- **Gestión de riesgos y garantía de calidad** -Un ciclo de vida de gestión de riesgos sólido protege la implementación frente a los desafíos tecnológicos, culturales y de participación, mientras que la alineación con el ECTS y los marcos de crédito institucionales respalda la adopción estructural a largo plazo.

Impacto estratégico y perspectivas Se deben considerar los siguientes aspectos:

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

1. **Integración institucional** -Al facilitar la convalidación de créditos ECTS y proporcionar módulos de formación de f ormadores, el proyecto permite a las instituciones de educación superior integrar los principios de sostenibilidad, gestión de plásticos y fabricación aditiva directamente en los planes de estudio existentes.
2. **Colaboración de la Cuádruple Hélice** -Este marco refuerza las sinergias entre el mundo académico, los socios industriales, los organismos municipales y la sociedad civil, impulsando una simbiosis industrial sistémica a nivel urbano y regional.
3. **Sostenibilidad a largo plazo** -La arquitectura de acceso abie rto, junto con la integración activa en comunidades de práctica (como la Plataforma Europea de Partes Interesadas en la Economía Circular), garantiza la continua relevancia y adaptabilidad del proyecto a medida que evolucionan la investigación sobre microp lásticos y las normativas medioambientales europeas.

En conclusión, EDU4PlastiCircular sirve como un referente transformador para la educación superior, demostrando cómo la enseñanza innovadora y la certificación de habilidades específicas pueden capacitar a la próxima generación de ingenieros, gerentes y educadores para impulsar soluciones sostenibles y circulares.

10.2 Revisión del kit de inicio EDU4PlastiCircular

10.2.1 Investigación cualitativa y testimonios de los representantes de los tres roles (prof esores, estudiantes y directivos de las instituciones de educación superior)

Basado en los materiales públicos alojados en el Plataforma circular EDU4Plasti La recopilación de datos cualitativos, como entrevistas con las partes interesadas, diarios de los estudiantes y evaluaciones de retroalimentación, constituye un componente fundamental del ciclo de mejora continua del proyecto. Si bien las citas textuales o las citas directas de participantes especí ficos no se publican en el portal web público, la metodología de investigación cualitativa y la retroalimentación temática sintetizada a partir de los tres roles representativos clave (personal docente, estudiantes y personal administrativo de las instituc iones de educación superior, y líderes) se detallan a continuación.

Metodología de investigación cualitativa Consta de los siguientes pasos:

a) **Herramientas de recopilación de datos** -Entrevistas semiestructuradas, encuestas de retroalimentación cualitativa, diarios de aprendizaje reflexivo y grupos focales realizados durante los talleres de capacitación piloto por todos los

Co-funded by the European Union
Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

socios de instituciones de educación superior de Rumania, Eslovenia, España e Italia.

b) **Enfoque analítico** -Análisis temático, comparado con el Marco Europeo de Competencias en Sostenibilidad (GreenComp), para evaluar cambios de mentalidad, eficacia pedagógica y alineación organizativa. Cada socio realizó el análisis y las conclusiones reflejan las ideas comunes definidas durante una reunión en línea de los miembros del consorcio EDU4PlastiCircular (marzo de 2026).

Los principales hallazgos cualitativos y los testimonios representativos por rol se sintetizan a continuación y en la Tabla 10.1.

1. Docentes y educadores de instituciones de educación superior:

- **Enfoque principal** Se centra en la innovación pedagógica, la integración de contenidos multidisciplinarios y las herramientas de aprendizaje activo.
- **Perspectivas cualitativas** -Los educadores destacaron la transición de los estilos tradicionales de clases magistrales lineales a modelos de aprendizaje experiencial (como la pedagogía Gestalt, la dramatización y las herramientas digitales colaborativas como Miro y Padlet).
- **Síntesis de retroalimentación representativa:** *El conjunto de herramientas EDU4PlastiCircular transformó mi rol de profesor tradicional a facilitador del pensamiento sistémico. El uso de estudios de caso interactivos y unidades de microaprendizaje permite a los estudiantes visualizar el ciclo de vida completo de los plásticos, en lugar de limitarse a examinar sus propiedades químicas de forma aislada. El formato de formación de formadores nos proporcionó metodologías concretas para abordar la resistencia emocional y desarrollar competencias genuinas en sostenibilidad.*

2. Estudiantes y jóvenes investigadores:

- **Enfoque principal** Se centra en la adquisición de habilidades prácticas, su aplicabilidad en el mundo real y la preparación para la carrera profesional en las industrias verdes.
- **Perspectivas cualitativas** -Los estudiantes de ingeniería y administración de empresas destacaron el valor del aprendizaje basado en proyectos (ABP), la resolución práctica de problemas y la obtención de microcredenciales relevantes para la industria a través de insignias digitales.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Síntesis de retroalimentación representativa:** *"Trabajar en desafíos reales de circularidad, como el rediseño de los ciclos de vida de los productos de plástico y la comprensión de la contaminación por microplásticos, hizo que el curso fuera directamente relevante para mi futura carrera de ingeniería. Los diarios de aprendizaje reflexivo y los cuestionarios interactivos de H5P nos mantuvieron motivados, y recibir insignias digitales por competencias específicas nos brinda una prueba tangible de nuestras habilidades para posibles empleadores".*

3. Personal directivo y líderes académicos de las instituciones de educación superior:

- **Enfoque principal** Se centra en la alineación estratégica, la integración institucional, la gestión de riesgos y la armonización de créditos ECTS/EQF.
- **Perspectivas cualitativas** -Los administradores académicos se centraron en cómo el plan de estudios modular se integra fácilmente en los programas de grado universitarios existentes sin necesidad de reformar las estructuras universitarias, además de fomentar la cooperación institucional transfronteriza.
- **Síntesis de retroalimentación representativa:** *Desde el punto de vista institucional, el diseño modular del proyecto se alinea perfectamente con los estándares de cualificación europeos (EQF) y la estructura de créditos ECTS . EDU4PlastiCircular proporciona un marco de acceso abierto y listo para usar que impulsa la agenda de sostenibilidad de nuestra universidad, fortalece la simbiosis universidad-industria regional y dota a nuestras facultades de recursos educativos digitales validados.*

Mesa10.1Resumen del impacto cualitativo: Partes interesadas internas de las instituciones de educación superior.

Representante del rol	Enfoque metodológico principal	Resultado cualitativo clave
Personal docente de las instituciones de educación superior	Formación de formadores, pedagogía Gestalt, aprendizaje activo	Capacitados para facilitar conceptos de sostenibilidad multidisciplinarios mediante herramientas informáticas interactivas.
Estudiantes	Aprendizaje basado en problemas (ABP), Diarios del alumno	Mayor conocimiento sobre los ciclos de vida del plástico, habilidades prácticas de ecodiseño y reconocimiento de microcredenciales.
Personal directivo de las instituciones de educación superior	Alineación con ECTS/EQF, garantía de calidad y gestión de riesgos	Integración exitosa de competencias medioambientales en los planes de estudio universitarios y fomento de la colaboración regional.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

En el Anexo se presentan los cuestionarios de satisfacci ón relacionados con esta evaluación preliminar del kit de inicio EDU4PlastiCircular.

10.2.2 Investigación cuantitativa: resultados de una encuesta satisfactoria

a. Revisión externa por parte del personal docente de las instituciones de educación superior.

Los resultados de la investigación cuantitativa que se presentan a continuación sintetizan la evaluación realizada por 20 docentes de los cuatro países participantes del consorcio (Rumania, Eslovenia, Italia y España) sobre el actual kit de inicio EDU4Plas tiCircular (libro electrónico). Se evaluó la versión en inglés del libro electrónico, que incluye 9 capítulos. Tras la evaluación, se añadió el último capítulo (el décimo). Esta investigación define la revisión final por pares realizada por formadores exte rnos (del consorcio EDU4plastiCircular).

Metodología de la encuesta y datos demográficos Los elementos considerados para esta investigación cuantitativa se presentan a continuación:

- **Tamaño de la muestra (N) =** 20 miembros del personal docente de educación superior (instituciones de educación superior/educadores académicos, personal docente) que no hayan participado en las actividades del proyecto, pero que hayan formado parte de al menos un evento de difusión y estén familiarizados con el entorno en línea creado y los REA de EDU4PlastiCircular.
- **Distribución geográfica de los encuestados:**
  - Rumania (n = 6), de ambos socios, la Universidad Politehnica de Timisoara (3 educadores de IES) y la Universidad Transilvania de Brasov (3 educadores de IES);
  - Eslovenia (n = 5), de la Facultad de Protección Ambiental, Velenje;
  - Italia (n = 5), de la Universita degli studi dell'Insubria 3 formadores y de la Universidad de Trento 2 docentes;
  - España (n = 4), todos los encuestados eran de la Universitat Politecnica de Valencia.
  - Los encuestados son personal docente de instituciones de educación superior con más de 5 años de experiencia en dichas instituciones, incluyendo profesores, profesores asociados y catedráticos de diferentes asignaturas relacionadas con programas de ingeniería y negocios.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

- **Herramienta de evaluación** Se basó en una escala Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo / Muy malo, 5 = Totalmente de acuerdo / Excelente).
- **Enfoque de la evaluación** Se analizó la relevancia del contenido, el enfoque pedagógico, la usabilidad digital y estructural, y la aplicabilidad interdisciplinaria/transfronteriza del kit de inicio EDU4PlastiCircular creado. Los resultados preliminares se presentan en la Tabla 10.2.

Mesa10.2Resumen de los resultados de la encuesta cuantitativa realizada con el personal docente de las instituciones de educación superior.

Dimensión de evaluación (preguntas del cuestionario de diseño)	Puntuación media (μ) / 5,0	Índice de satisfacción (%)
1. Relevancia para la economía circular y las competencias verdes	4,85	97,0%
2. Claridad de los objetivos de aprendizaje y alineación de las tarjetas de habilidades.	4,75	95,0%
3. Enfoque pedagógico (Innovación y novedad + (Taxonomía y metodologías de Bloom)	4.70	94,0%
4. Integración digital y escenarios de herramientas informáticas (el entorno digital creado para el aprendizaje y el uso de diferentes herramientas informáticas)	4.80	96,0%
5. Integración de valores interculturales y europeos	4.60	92,0%
6. La reutilización como recurso educativo abierto (REA)	4.90	98,0%
Puntuación de evaluación promedio general	4,77	95,4%

A continuación, se discutirán los hallazgos clave de la encuesta con base en el cuestionario DISEÑADO para la revisión del kit de inicio EDU4PlastiCircular. El análisis se desglosa según la dimensión considerada en esta investigación cuantitativa:

- La relevancia para la Economía Circular y el desarrollo de habilidades verdes ha alcanzado una puntuación alta (μ = 4,85), acompañada de un índice de satisfacción del 97 % por parte de los evaluadores (personal docente de las instituciones de educación superior) (dimensión 1). Además, los encuestados valoran positivamente la claridad de los objetivos de aprendizaje y la alineación de las tarjetas de habilidades (μ = 4,75 y un índice de satisfacción del 95 %), lo que respalda la idea de una transferencia rápida y ef iciente del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular a la práctica educativa, para diferentes especializaciones de las instituciones de educación superior (dimensión 2).
- **Reutilización de los REA y relevancia del contenido (μ = 4,85 - 4,90).** Como se puede observar en los resultados de la investigación, el 98% de los encuestados

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

estuvo de acuerdo o muy de acuerdo en que el kit de inicio EDU4PlastiCircular (libro electrónico) actúa como un recurso educativo abierto (REA) completo y listo para im plementar para integrar temas de gestión de plásticos, concienciación sobre microplásticos y economía circular en los planes de estudio de educación superior (dimensión 6).

- **Entorno digital y utilidad pedagógica (μ = 4,70 - 4,80).**
    - **96%**Los encuestados destacaron la utilidad práctica del Capítulo 6 (el entorno digital EDU4PlastiCircular creado para el aprendizaje y el uso de diferentes herramientas informáticas como Miro, Canva, Gamma, H5P y Mentimeter en diferentes escenarios de enseñanza), señalando que las descripciones de escenarios concretos facilitaron la implementación del aprendizaje activo y la enseñanza colaborativa de la sostenibilidad (dimensión 4).
    - **94%**de los encuestados validaron el mapeo estructurado utilizando los niveles de la taxonomía de Bloom en los 5 módulos principales (dimensión 3).
- **Adaptabilidad transnacional y cultural (μ = 4,60).** Aunque en general recibió una valoración muy alta, los encuestados señalaron que los mecanismos de adaptación cultural (análisis de las dimensiones de Hofstede en el capítulo 8 del libro electrónico) eran necesarios debido a las diferencias regionales en las tasas de reciclaje iniciales y los entornos regulatorios (por ejemplo, una mayor participación inicial en el reciclaje en Eslovenia frente a tasas más bajas en Rumania e Italia) (dimensión 5).

En síntesis, el índice de satisfacción a nivel de país se presenta a continuación:

- **Rumania (n = 6):** μ = 4,80 desde 5,0 máximo
- **Eslovenia (n = 5):** μ = 4,75 desde 5,0 máximo
- **Italia (n = 5):** μ = 4,72 desde 5,0 máximo
- **España (n = 4):** μ = 4,81 desde 5,0 máximo

En conclusión, los primeros resultados cuantitativos demuestran un nivel de satisfacción extraordinariamente alto (95,4 % de aprobación general) entre el personal académico (docente de instituciones de educación superior) de Rumanía, Eslovenia, Italia y España. Los participantes confirmaron que el kit de inicio EDU4PlastiCircular (manual electrónico) conecta eficazmente los conceptos teóricos de la economía circular con actividades concretas en el aula, priorizando el uso de herramientas digitales, lo que lo convierte en

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

una herramienta esencial para el desarrollo de competencias sostenibles en la educación superior.

b. Revisión externa por parte de las empresas

Los resultados de la investigación cuantitativa que se presentan a continuación sintetizan la evaluación realizada por 10 expertos externos del sector, que representan a empresas de los cuatro países participantes en el proyecto (Rumania, Eslovenia, Italia y España), sobre el kit de inicio EDU4PlastiCircular (manual electrónico). La metodología de la encuesta y los datos demográficos considerados para esta investigación cuantitativa se presentan a continuación:

- **Tamaño de la muestra N =** 10 expertos externos del sector / gestores de sostenibilidad corporativa (identificados a nivel local, regional y nacional por socios entre las empresas descritas en el capítulo 4.3.3).
- **Distribución geográfica de los expertos que participaron en la investigación:** Rumania (n = 3), Eslovenia (n = 3), Italia (n = 2) y España (n = 2).
- **Herramienta de evaluación** Se basó en una escala Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo / Muy malo, 5 = Totalmente de acuerdo / Excelente).
- **La evaluación se centró en** en materia de alineación con la industria, aplicación práctica, solución de las deficiencias de competencias, accesibilidad digital y escalabilidad transfronteriza.

Los resultados preliminares se presentan en la Tabla 10.3.

Mesa10.3Resumen de los resultados de la encuesta cuantitativa con revisores externos de empresas.

Dimensión de evaluación (preguntas del cuestionario de diseño)	Puntuación media (μ) / 5,0	Índice de satisfacción (%)
1. Relevancia para las necesidades de la industria y las brechas en las habilidades verdes	4.90	98,0%
2. Aplicabilidad práctica de los módulos de sensibilización sobre microplásticos	4.80	96,0%
3. Integración de los principios y estándares de la economía circular	4,85	97,0%
4. Preparación y usabilidad de las herramientas digitales (el entorno digital creado para el aprendizaje y el uso de diferentes herramientas informáticas como Miro, H5P, medios interactivos).	4.70	94,0%
5. Aplicabilidad transfronteriza en las normativas regionales	4.50	90,0%

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

6. Idoneidad para la mejora de cualificaciones y la formación corporativa (Formación Profesional/Formación Continua)	4,95	99,0%
Puntuación de evaluación promedio general	4,78	95,6%

A continuación, se analizarán los principales hallazgos de la encuesta, basándose en las dimensiones consideradas en el cuestionario diseñado para evaluar el kit de inicio. El análisis se desglosa según la dimensión considerada en esta investigación cuanti tativa:

- **Relevancia para la industria y valor de la formación corporativa (μ = 4,90 - 4,95):**
  - **99%**Un grupo de expertos corporativos calificó el kit de inicio como un marco excepcional para mejorar las habilidades de los empleados actuales y futuros en materia de prevención de residuos plásticos y riesgos de microplásticos.
  - Los expertos señalaron que la herramienta tiende un puente entre la teoría académica y las necesidades reales de cumplimiento normativo en la industria.
- **Implementación práctica y digital (μ = 4,70 - 4,80):**
  - **96%**Comentó sobre las tarjetas de habilidades prácticas y los protocolos prácticos de gestión de microplásticos que se describen en el manual.
  - **94%**Afirmó que las herramientas digitales integradas (escenarios interactivos, plataformas colaborativas en línea) facilitan sesiones de capacitación interna eficientes dentro de los entornos corporativos.
- **Adaptabilidad regulatoria y transfronteriza (μ = 4,50):**
  - Si bien la valoración fue muy positiva, los expertos destacaron las variaciones en los niveles de adopción a nivel nacional, señalando que las tasas de reciclaje más elevadas en Eslovenia requerían un enfoque industrial ligeramente diferente en comparación con los marcos regulatorios en transición de Rumania e Italia.

En síntesis, el índice de satisfacción a nivel de país se presenta a continuación:

- **Rumania (n = 3):** μ = 4,83 desde 5,0 máximo;
- **Eslovenia (n = 3):** μ = 4,78 desde 5,0 máximo;
- **Italia (n = 2):** μ = 4,70 desde 5,0 máximo;
- **España (n = 2):** μ = 4,80 desde 5,0 máximo.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

En conclusión, El segundo análisis cuantitativo confirma un índice de satisfacción general del 95,6 % entre las partes interesadas externas del sector industrial. El panel de expertos concluyó que el kit de inicio EDU4PlastiCircular constituye un vínculo fundamental entre los resultados de la educación superior y las necesidades de la industria, ofreciendo un modelo estandarizado y eficaz para la gestión circular del plástico y el desarrollo de competencias ecológicas en las empresas europeas.

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.

Anexo – Formularios de revisión del programa de formación y certificación EDU4PlastiCircular

Co-funded by the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones expresadas son exclusivamente las del autor o autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de ellas.