

climatepd.eu



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union





**Recomendaciones y competencias docentes en
materia de cambio climático, aprendizaje
basado en la indagación, gamificación y
enseñanza mediada por las tecnologías**

Proyecto *ClimaTePD*

Septiembre de 2023



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Tabla de contenido

Capítulo 1: La enseñanza sobre el cambio climático y el proyecto ClimaTePD	4
Introducción.....	4
Enseñanza sobre el cambio climático	5
La enseñanza del cambio climático en secundaria y en el desarrollo profesional docente en los países de ClimaTePD	6
Enfoques pedagógicos y competencia digital de la formación para profesorado sobre cambio climático	7
Referencias.....	9
Capítulo 2: La enseñanza sobre el cambio climático para el desarrollo sostenible – Competencias e interdisciplinariedad	11
Introducción.....	11
Competencias de la educación para el desarrollo sostenible	11
Interdisciplinariedad de la educación sobre el cambio climático	12
Un enfoque holístico	14
Referencias.....	14
Capítulo 3: Diseño de Experiencias de Aprendizaje sobre cambio climático: Aprendizaje basado en la indagación, gamificación y herramientas digitales	16
Introducción.....	16
Diseño de experiencias de aprendizaje	17
Ejemplos.....	24
Referencias.....	28
Capítulo 4: Proyectos sobre cambio climático, o cómo aprender dentro y fuera de la escuela 29	
Introducción.....	29
Docentes en contacto con el entorno.....	30
Buenas prácticas	35
Referencias.....	37
Capítulo 5: Un entorno de enseñanza virtual para docentes	38
Introducción.....	38
Aspectos a tener en cuenta al crear un Entorno Virtual de Aprendizaje para docentes.....	39

Conclusión.....	44
Referencias.....	44
<i>Capítulo 6: Aplicación del pensamiento de diseño a la enseñanza sobre el cambio climático .</i>	46
Introducción.....	46
El pensamiento de diseño en educación.....	46
El proceso de pensamiento de diseño de Stanford d.school.....	47
Utilizar el pensamiento de diseño para enseñar el cambio climático	49
¿En qué actitudes de los estudiantes se centra el pensamiento de diseño?.....	50
Referencias.....	51

Capítulo 1: La enseñanza sobre el cambio climático y el proyecto ClimaTePD

Smaragda Lympelopoulou, Yorgis Androulakis, Katerina Kikis-Papadakis

Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH), Greece

Abstract: *El primer capítulo de esta guía parte del grave problema de la crisis climática para explicar cómo la enseñanza sobre el cambio climático pretende abordar y minimizar esta amenaza. Aparte de dejar clara la naturaleza polifacética de la enseñanza sobre el cambio climático y los retos a los que se enfrenta cualquier docente que desee enseñar sobre el cambio climático, este capítulo presenta el estado de la cuestión sobre la integración de las competencias sobre cambio climático y enseñanza digital en la oferta actual de desarrollo profesional docente y en la educación secundaria en los países del consorcio ClimaTePD (Grecia, España, Alemania, Bulgaria y Turquía). Al final de este capítulo, se incluye una sección sobre los enfoques pedagógicos y las competencias digitales que deberían adquirir los profesores para enseñar temas relacionados con el cambio climático.*

Introducción

La crisis climática sigue siendo una de las mayores preocupaciones del mundo, que afecta al aire, el agua y la tierra y tiene graves repercusiones en todos los aspectos de nuestras vidas. También hace aumentar el riesgo de resiliencia, inestabilidad financiera y política, degradación medioambiental y tensiones sociales (<https://www.britannica.com/science/pollution-environment>). La contaminación ambiental está firmemente relacionada con la urbanización, la industrialización, la minería y la exploración, y los daños causados a largo plazo al medio ambiente son la principal razón del calentamiento global (Ukaogo, 2020, Rai, 2016).

Según la "Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" de las Naciones Unidas (ONU), es de gran importancia proteger el capital natural y el planeta en su conjunto, construyendo un futuro sostenible e inspirando la acción y la práctica de habilidades de influencia entre las personas. Este marco incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con áreas clave para apoyar el desarrollo sostenible. El 13º ODS se refiere a la acción por el clima y al plan estratégico para luchar contra el cambio climático y sus consecuencias sobre el planeta y los ciudadanos (Naciones Unidas, <https://sdgs.un.org/goals>). La meta específica 13.3 del 13º ODS se centra en la mejora de "la educación, la sensibilización y las capacidades humanas e institucionales en materia

de mitigación del cambio climático, adaptación, reducción del impacto y alerta temprana..." (Naciones Unidas, 2015, n.d.).

Dado que la crisis climática está estrechamente relacionada con la crisis del aprendizaje, la UNESCO considera que la educación es un elemento clave para hacer frente al cambio climático, ya que proporciona conocimientos a las personas y fomenta cambios en su comportamiento para hacer frente a este grave problema medioambiental. También sensibiliza a un público muy amplio, que incluye a profesores, estudiantes y sus familias y a la sociedad en general, y mejora la "alfabetización climática" de los ciudadanos. La UNESCO también sugiere que el cambio climático se incluya en los programas de Desarrollo Profesional Docente (DPD) para apoyar a los profesores en la enseñanza sobre el cambio climático y el desarrollo de competencias (Maki & Crosier, 2019, Unesco, n.d.).

Enseñanza sobre el cambio climático

La enseñanza sobre el cambio climático puede crear fácilmente un cambio general en la forma de pensar y actuar de las personas en todos los niveles de la sociedad, que son los puntos clave para el desarrollo sostenible y para una vida mejor para todos (Becker, 2018). Sin embargo, aunque el cambio climático constituye un tema extremadamente prioritario, parece que aún no se ha integrado en los planes de estudio de muchos países europeos.

Muchas organizaciones están trabajando en la dirección de la integración del cambio climático en el currículo escolar, como la UNESCO, el PNUMA y UNICEF, Plan, Save the Children y ActionAid, mientras que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que es el organismo de las Naciones Unidas para la evaluación de la ciencia relacionada con el cambio climático (<https://www.ipcc.ch/>) proporciona instrucciones útiles y material educativo sobre el cambio climático (IPCC 2014, p.27, Reimers, 2021).

Es importante mencionar que es más que necesario incorporar en el currículo escolar una educación sobre el cambio climático que cultive el perfil de los ciudadanos responsables del futuro (Maki & Crosier, 2019). Los profesores tienen un papel más que crucial en esta transición. La educación sobre el cambio climático no solo ayuda a los estudiantes a adquirir conocimientos sobre la crisis climática y a encontrar formas de hacerle frente, sino que también les inspira a adoptar un enfoque más participativo y activo en su vida cotidiana.

<https://www.globalpartnership.org/blog/blog-series-role-education-addressing-climate-change>

La mayoría de los profesores considera que el cambio climático es un contenido muy complicado porque se basa principalmente en la ciencia, pero también tiene que ver con el comportamiento social y el activismo, la igualdad y la organización social. Otra barrera a la que se enfrentan los profesores a la hora de enseñar el cambio climático suele ser la naturaleza multidisciplinar del cambio climático, los limitados recursos gratuitos y de fácil acceso y la falta de orientación profesional o de apoyo de un experto, un mentor o incluso programas de formación sobre el cambio climático.

Por este y otros motivos, la formación en educación sobre el cambio climático también debería centrarse en el desarrollo de la alfabetización digital de los profesores, que es otra de las dificultades a las que se enfrentan hoy en día. Las tecnologías digitales están presentes en todas las formas de educación y tienen un amplio reconocimiento en todos los países de la UE. Especialmente durante la pandemia del COVID-19 muchos profesores tuvieron que aprender a enseñar a sus alumnos en entornos de aprendizaje digitales utilizando herramientas digitales sin tener la formación adecuada para adquirir competencias digitales.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no solo hacen que el proceso de aprendizaje sea más interesante, interactivo y divertido, sino que también mejoran la calidad de la enseñanza, especialmente en temas tan participativos y atractivos como el cambio climático (Tsitopoulou, 2021, Najjar, 2015). El carácter interdisciplinar y multidisciplinar de la educación sobre el cambio climático, combinado con las TIC, podría contribuir al desarrollo de las capacidades emocionales, cognitivas y sociales de los estudiantes (por ejemplo, Liarakou & Flogaiti, 2007).

La enseñanza del cambio climático en secundaria y en el desarrollo profesional docente en los países de ClimaTePD

El proyecto ClimaTePD, como parte del programa Erasmus+ de la Unión Europea, pretende facilitar el diálogo entre los agentes educativos para apoyar la integración de la educación sobre el cambio climático en los planes de estudio de los centros escolares y así inspirar a los estudiantes para que adopten principios medioambientales. Además, el objetivo del proyecto es proporcionar formación para profesorado que apoye el desarrollo de su alfabetización digital aplicada a la enseñanza de temas de cambio climático. A partir de la información facilitada por los profesores y las partes interesadas durante la aplicación del programa en los países del consorcio, se extraen muchos puntos útiles sobre los retos de la educación sobre el cambio climático.

En Bulgaria, el cambio climático no está bien integrado en los programas escolares, pero hay profesores, organizaciones e investigadores que llevan a cabo actividades sobre el cambio climático a nivel local. La educación sobre el cambio climático sigue enfrentándose al negativismo general, los prejuicios y la incompreensión, y carece de una sólida base de investigación.

En Alemania, en cambio, hay un alto nivel de actividad en relación con la educación sobre el cambio climático, pero aún no se ha establecido en las escuelas. Sin embargo, los profesores y los alumnos se muestran muy positivos con respecto a la educación sobre el clima en las escuelas. Aunque desde 2017 existe el Plan de Acción Nacional sobre Educación para el Desarrollo Sostenible en todos los ámbitos del sistema educativo alemán (formación del profesorado, en algunos planes de estudio y en algunos planes educativos), la educación sobre el clima sigue siendo un tema difícil en los planes de estudio y es principalmente tratado por profesores y administradores escolares comprometidos individualmente.

En Grecia, la educación sobre el cambio climático aún no forma parte del plan de estudios, pero los profesores, las organizaciones ecologistas y los centros educativos intentan poner en marcha proyectos sobre el cambio climático para los alumnos. El cambio climático es considerado por la complejidad científica y un tema muy exigente por muchos profesores griegos. Por ello, los profesores deben actualizar constantemente sus conocimientos y competencias, desarrollar su experiencia a través de programas de formación permanente basados en escenarios educativos que aborden temas interdisciplinarios que sean interesantes y estén conectados con las experiencias vitales de los alumnos.

En España, la educación sobre el cambio climático no está suficientemente desarrollada en el currículo escolar y por eso los profesores tienen dificultades para implementarla en sus aulas. Sin embargo, es positivo que los profesores y los directores de los centros tengan libertad para elaborar su programación didáctica e incorporar temas y actividades sobre el cambio climático en sus asignaturas. El Gobierno español también apoya la formación del profesorado en educación para el desarrollo sostenible y financia iniciativas y organizaciones para desarrollar actividades relacionadas con la educación sobre el cambio climático.

En Turquía, el cambio climático se aborda en varios cursos de formación del profesorado y es un tema candente tanto en los entornos de aprendizaje formales como informales. Sin embargo, existe una gran demanda de buenas prácticas y recursos sobre la enseñanza del cambio climático en las escuelas, que son muy útiles para los profesores.

Como conclusión, podemos afirmar que en todos los países del proyecto, el nivel de educación sobre el cambio climático y su integración en el currículo escolar es diferente. Sin embargo, los retos son más o menos similares, y la necesidad de orientación, tanto científica como pedagógica y de desarrollo de competencias, es destacada por todos los profesores y los agentes educativos. Por eso, la formación del profesorado sobre el cambio climático es de gran importancia, la cual debe tratar métodos de enseñanza innovadores, proporcionar material educativo interesante y actualizado, ser inter y multidisciplinar y hablar de temas que afecten a la vida de las personas. Finalmente, ésta debe incorporar herramientas digitales e información sobre el desarrollo de competencias digitales entre los profesores. Es un hecho que las escuelas necesitan apoyo, asesoramiento y oportunidades de trabajo en red y, especialmente, los profesores necesitan apoyo en la adquisición de competencias digitales con el fin de crear sus propios recursos y mejorar sus métodos de enseñanza digital.

Enfoques pedagógicos y competencia digital de la formación para profesorado sobre cambio climático

En la era de la digitalización de la educación, es esencial que los profesores aprendan a utilizar herramientas TIC en sus clases de forma provechosa y se pongan así al día con la transformación digital de la sociedad. La formación del profesorado debería ayudarles a desarrollar

una serie de competencias, así como mejorar su colaboración y su comunicación con otros docentes y ser capaz de trabajar en aulas cada vez más diversas (OCDE, 2019, Nawaz, 2010). Centrándonos en las habilidades que deberían incluirse en los planes de desarrollo profesional docente sobre el desarrollo de competencias digitales, se han identificado 3 áreas: 1) experiencia en herramientas; 2) usos específicos de la asignatura y métodos de enseñanza; y 3) alfabetización en cultura y medios digitales (Aillerie, 2017).

Además de las competencias digitales, el segundo pilar que es muy importante para cualquier programa de desarrollo profesional docente son los enfoques pedagógicos en los que debe basarse la formación. La formación de profesores ClimaTePD se basa principalmente en dos enfoques pedagógicos activos diferentes: El Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) y la Gamificación, que son compatibles para abordar la educación sobre el cambio climático.

El Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) se ha utilizado en los últimos años en las asignaturas STEM, así como en programas de desarrollo profesional para docentes (Chaimala & Kikis-Papadakis, 2019). El ABI es una forma de aprendizaje activo ya que los estudiantes toman las riendas de su proceso de aprendizaje. Ellos y ellas formulan sus propias preguntas, proponen soluciones y crean sus actividades de aprendizaje. Además, los estudiantes, individualmente o en grupos, examinan el problema, crean hipótesis, recogen y analizan datos y presentan sus resultados, mientras que el profesor actúa como facilitador. (www.igi-global.com/dictionary/inquiry-based-learning-ibl/14744; Silm et al., 2017). El ABI también mejora las competencias metodológicas, como la integración de las TIC, las habilidades de organización y comunicación, el liderazgo y el pensamiento analítico, así como las competencias relativas a los contenidos, como el diseño y desarrollo de materiales de investigación, los conocimientos STEM, etc. (Stefanova et al., 2019).

Por su parte, la gamificación fomenta habilidades como la resolución de problemas, la autonomía personal, la toma de decisiones y el aprendizaje cooperativo, las cuales son necesarias para la enseñanza del cambio climático. El uso de juegos para involucrar a los estudiantes mantiene el equilibrio entre el contenido y el juego y su aplicación en el mundo real. La gamificación mejora el compromiso de los estudiantes, la eficacia y la eficiencia del proceso de aprendizaje, especialmente en las disciplinas STEM y en la enseñanza del cambio climático. Además, el uso de la gamificación fomenta las habilidades de comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas (Majuria et al., 2018, Manzano-León et al., 2021; Cózar-Gutiérrez & Sáez-López, 2016; Hanaysha, 2016).

En resumen, creemos que el proyecto ClimaTePD y su programa de desarrollo profesional docente podrían ayudar a los profesores e introducir nuevos contenidos y recursos en los planes de formación sobre el cambio climático. Además, el proyecto puede actuar como palanca para ayudar a los profesores de secundaria a desarrollar su alfabetización digital y las habilidades de enseñanza sobre el cambio climático como medios para permitir a sus estudiantes crear conciencia sobre la amenaza global del cambio climático.

Referencias

- Aillerie, K. (2017). Le « numérique éducatif » à l'épreuve des pratiques scolaires : petits arrangements avec le marché. *Hermès*, 23-30.
- Becker G. (2018). "*Lifelong Learning and Education in Healthy and Sustainable Cities*", (World Sustainability Series. Springer), Chapter: Climate Change Education for Sustainable Development in Urban Educational Landscapes and Learning Cities: Experiences Perspectives from Osnabrück, pp. 439-469, https://doi.org/10.1007/978-3-319-69474-0_26.
- Chaimala F. & Kikis-Papadakis K., (2019). "Supporting STEM Teachers Inquiry & Reflective practice: The ELITE project's recommendations towards a new model for STEM professional learning", Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (ELITE) ERASMUS+, KA2-Cooperation for innovation and the exchange of good practices, Strategic Partnerships for school education, Grand Agreement: 2016-1-EL01-KA201-023647.
- Cózar-Gutiérrez R. & Sáez-López J.M., (2016). "Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu", *Int J Educ Technol High Educ*, v. 13(2). <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0003-4>
- Hanaysha J., (2016). "Examining the Effects of Employee Empowerment, Teamwork, and Employee Training on Organizational Commitment", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 229, pp. 298-306, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.140>.
- Liarakou G. & Flogaiti E., (2007). "From Environmental Education to Education for Sustainable Development", Nisos ed., Athens.
- Majuria J., Koivistoa J., Hamaria J., (2018). "Gamification of education and learning: A review of empirical literature", GamiFIN Conference 2018, May 21-23, Pori, Finland.
- Mäki J. & Crosier D., (2019). European Commission, EACEA National Policies Platform - Eurydice, "*How can education contribute to awareness and action on climate change?*", https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/how-can-education-contribute-awareness-and-action-climate-change_en.
- Manzano-León A., Ana, Camacho-Lazarraga P., Guerrero M. A., Guerrero-Puerta L., Aguilar-Parra J. M., Trigueros R. & Alias A., (2021). "Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education" *Sustainability*, v. 13(4), pp. 2247, <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Najjar, N. (2015). *L'impact de l'usage des Tice sur l'apprentissage des enfants et jeunes dyslexiques*,. Toulouse: Université de Toulouse. Récupéré sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01358006/document>
- Nawaz, A. & Kundi, G. M. (2010). Digital literacy: An analysis of the contemporary paradigm. *Journal of Science and Technology Education Research*, 19-29.

-
- OECD. (2019) “A Flying Start: Improving Initial Teacher Preparation Systems - Chapter 4. How can initial teacher preparation equip teachers with updated knowledge and competences?”, <https://doi.org/10.1787/cf74e549-en>
- Rai P. K., (2016). "*Biomagnetic Monitoring of Particulate Matter*", (Elsevier Science ed.), Chapter 1: Particulate Matter and Its Size Fractionation, pp. 1-13, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805135-1.00001-9>.
- Reimers F. M., (2021). Education and Climate Change: The Role of Universities, International Explorations in Outdoor and Environmental Education, Springer, <https://www.springer.com/gp/book/9783030579265>
- Silm G., Tiitsaar K., Pedaste M., Zacharia Z. C., Papaevripidou M., (2017). “Teachers' Readiness to Use Inquiry-Based Learning: An Investigation of Teachers' Sense of Efficacy and Attitudes toward Inquiry-Based Learning”, *Science Education International*, v. 28(4), pp. 315-325
- Stefanova E., Nikolova N., Zafirova-Malcheva T., Mihnev P., Georgiev A., Antonova A., (2019). “Participatory model for identifying and measuring teachers’ competences for open and Inquiry-based learning in STEM: field experience”, *EPiC Series in Education Science, Proceedings of Learning Innovations and Quality (LINQ)*, v. 2, pp. 28-39
- Tsitopoulou V. (2021) “New Technologies and Environmental Education-Education for Sustainable Development in preschool education”, MSc Thesis, Postgraduate Studies Programme “Education Sciences Education with the use of New Technologies”, Department of Primary Education of the University of the Aegean.
- UN environment Programme (2015). "*Why does green economy matter?*", <https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/why-does-green-economy-matter>.
- Unesco, (n.d.). "*Education for climate action*", <https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development/cce>
- United Nations. (n.d.). "*The 17 goals. Sustainable Development Goals*" Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development, <https://sdgs.un.org/goals>.
- Ukaogo P. O., Ewuzie U., Onwuka C. V., (2020). "*Environmental pollution: causes, effects, and the remedies*", *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*, pp. 419-429, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>.

Capítulo 2: La enseñanza sobre el cambio climático para el desarrollo sostenible – Competencias e interdisciplinariedad

Introducción

Para que cualquier cambio educativo sea un éxito, es necesario adoptar un enfoque holístico, por ejemplo: creando las condiciones adecuadas mediante reformas educativas, redefiniendo y avanzando la formación del profesorado en la universidad, invertir en formación continua del profesorado, etc. Por último, se requiere la participación de todos los agentes implicados en el sector educativo: responsables de políticas educativas, docentes, profesores universitarios en el marco de la formación del profesorado, expertos en desarrollo curricular y socios externos (véanse, por ejemplo, Gehlawat 2016, pp. 57 y ss.; UNESCO 2016, p. 3).

Otra de las cuestiones clave en los procesos de educación transformadora es también identificar y promover las competencias para poder analizar los desarrollos actuales, anticipar y evaluar los desarrollos futuros (no sostenibles) y actuar hacia un futuro sostenible. Existen diversos modelos de competencias a escala nacional e internacional, los cuales definen competencias de sostenibilidad. Estos modelos pueden diferir ligeramente en su grado de concreción, grupo destinatario o condiciones marco nacionales y enfoque.

Competencias de la educación para el desarrollo sostenible

Podemos entender la enseñanza del cambio climático como parte de una enseñanza global orientada al desarrollo sostenible. Varios grupos de investigación se han dedicado a la cuestión de las competencias que deben fomentarse en la educación para el desarrollo sostenible. En el marco del "Pacto Verde Europeo" y del "Espacio Europeo de Educación para 2025", el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (2022) elaboró un marco europeo de competencias para la sostenibilidad llamado *GreenComp*. Este pretende ser "un marco de referencia sobre competencias de sostenibilidad a nivel de la UE. Ofrece una base común a los alumnos y orientación a los educadores, proporcionando una definición consensuada de lo que implica la sostenibilidad como

competencia. Este entendimiento compartido puede actuar como catalizador del aprendizaje para la sostenibilidad medioambiental, apoyando a las instituciones de educación y formación para que desarrollen, revisen y adapten su visión y sus prácticas con respecto a la enseñanza y el aprendizaje para la sostenibilidad." (Bianchi et al. 2022, pp. 6 y ss.)

GreenComp define una serie de "competencias de sostenibilidad" (Bianchi et al. 2022, p. 12) que deberían capacitar al alumnado mediante el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes "(...) para encarnar los valores de la sostenibilidad con el fin de emprender o solicitar acciones que restauren y mantengan la salud del ecosistema y mejoren la justicia, generando visiones de futuros sostenibles" (ibíd.). El modelo consta de cuatro áreas, cada una de las cuales comprende tres competencias:

Área y competencias	Descripción
1. ENCARNAR VALORES DE SOSTENIBILIDAD: 1.1 Valorar la sostenibilidad 1.2 Apoyar la justicia 1.3 Preservar la naturaleza	Cuestionamiento, reflexión y desarrollo de actitudes y valores acordes con el desarrollo sostenible, con la visión del ser humano como parte de la naturaleza y de la justicia intra e intergeneracional.
2. ACEPTAR LA COMPLEJIDAD DE LA SOSTENIBILIDAD: 1.1 Pensamiento de sistemas 1.2 Pensamiento crítico 1.3 Definición de problemas	Los desarrollos sociales, económicos y ecológicos en un mundo globalizado son problemáticos, complejos y se retroalimentan, por lo que no pueden entenderse mediante procesos de pensamiento lineal (relaciones causa-efecto). La comprensión holística de los sistemas en su complejidad y la capacidad de identificar los desarrollos insostenibles como un problema son, por tanto, una base indispensable para todas las cuestiones de sostenibilidad.
3. VISUALIZAR FUTUROS SOSTENIBLES: 3.1 Alfabetización futura 3.2 Adaptabilidad 3.3 Pensamiento exploratorio	Este área de competencia describe la capacidad de desarrollar diferentes escenarios futuros sostenibles y medidas adecuadas para su realización a pesar de las incertidumbres y los riesgos.
4. ACTUAR PARA LA SOSTENIBILIDAD: 4.1 Agencia política 4.2 Acción colectiva 4.3 Iniciativa individual	La cuarta área de competencia representa la necesidad de la acción individual y colectiva para contribuir a forjar un futuro sostenible.

Interdisciplinariedad de la educación sobre el cambio climático

No sólo entre los expertos se destaca siempre la gran complejidad de las cuestiones relacionadas con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). Los numerosos efectos

secundarios e interconexiones de temas como, por ejemplo, el consumo de carne, no pueden ser descritos ni explicados por una sola disciplina. Aunque la EDS está fuertemente presente en asignaturas como la geografía, pretendemos mostrar que todas las asignaturas y disciplinas académicas pueden y deben contribuir a la EDS y, por tanto, también a la Enseñanza sobre el Cambio Climático (ECC). La perspectiva de las distintas disciplinas sobre las cuestiones pertinentes para la EDS permite profundizar en las características específicas de cada ámbito. Todas las materias pueden y deben contribuir a promover los procesos de transformación necesarios, porque "[e]l cambio climático es un reto verdaderamente interdisciplinario". (UNESCO 2009, p. 2).

Siguiendo con el ejemplo del consumo de carne, queda claro que no sólo es conveniente sino necesario un enfoque interdisciplinar e integrado para hacer justicia a su complejidad. Las asignaturas científicas (como física, química o biología) pueden arrojar luz sobre los fundamentos científicos del cambio climático, abordar el consumo de agua en la producción de alimentos de origen animal o la contaminación del agua por los procesos de producción agrícola, etc. En química, por ejemplo, se podría abordar el ciclo del carbono y los efectos del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en el efecto invernadero. Las relaciones funcionales, el análisis y la evaluación de datos climáticos locales y globales, los datos estadísticos sobre el consumo de carne (también en relación con el crecimiento demográfico), la presentación del consumo de recursos para la producción de alimentos de origen animal como la carne a lo largo del tiempo, incluidas las proyecciones futuras, serían sólo algunos ejemplos de la contribución de las matemáticas a la asignatura. En asignaturas de ciencias sociales como geografía, la deforestación y sus consecuencias de largo alcance podrían debatirse en relación con el ciclo del dióxido de carbono o los gases de efecto invernadero.

Los costes macroeconómicos en forma de subvenciones, la cuestión de la destrucción de los mercados locales a través de las exportaciones, los análisis de mercado y la evolución de los precios, las posibilidades de controlar el consumo y los mercados mediante la intervención de los gobiernos podrían situarse en la asignatura de economía o de formación política del mismo grupo de asignaturas. Las clases de lengua podrían abordar el problema de la deforestación y sus consecuencias y debatirlas para, en última instancia, adoptar una postura razonada. Entre otras cosas, el tratamiento de textos factuales (de actualidad científica) u otros tipos de texto (por ejemplo, reportajes y comentarios periodísticos) puede ayudar a desarrollar el lenguaje técnico necesario. Las asignaturas de humanidades como religión, ética o filosofía podrían debatir cuestiones de justicia global en relación con la distribución de alimentos y el hambre en el mundo en este contexto.

Un enfoque holístico

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) -y, por tanto, también la Enseñanza sobre el Cambio Climático (ECC)- no sólo debe ser un tema transversal en la enseñanza. Los procesos transformadores sólo pueden tener éxito a través de un enfoque holístico, lo que significa guiarse por los principios de sostenibilidad a nivel organizacional. En otras palabras, los centros educativos también debe convertirse en lugares de aprendizaje para el desarrollo sostenible (véase, por ejemplo, UNESCO 2020, p. 28; UNESCO 2016, p. 3; Geh-lawat 2016, pp. 54-59; UNESCO 2014, p. 2).

“Holístico” no solo significa presentar e incorporar diferentes perspectivas sobre un problema o tema. Este enfoque requiere, además de la transformación de los entornos de enseñanza y aprendizaje, la participación de todos los agentes del sector educativo, incluso más allá de los límites de la escuela. Entre ellos destacamos:

- Líderes de instituciones educativas, incluida la dirección de centros educativos, presidencia y rectorado de universidades y otros colegios y dirección de centros de formación de personal en empresas privadas.
- Educadores, alumnado y personal administrativo de los centros de enseñanza.
- Representantes de la comunidad local, familias, así como agentes no gubernamentales y del sector privado que trabajan por la sostenibilidad.
- Responsables de políticas educativas.
- La UNESCO y sus asociados (UNESCO 2020, p. 28; véase también UNESCO 2014, p. 2; Geh-lawat 2016, pp. 57 y ss.).

Afortunadamente, en la actualidad se dispone de abundante bibliografía para concretar las medidas de aplicación del enfoque holístico, como "Educación para el Desarrollo Sostenible - Una hoja de ruta" (UNESCO 2020) o "Getting Climate-Ready: A Guide for Schools on Climate Action" (UNESCO 2016). Invitamos a la lectura de estos documentos para profundizar más en este tema.

Referencias

- Anderson, A. (2012): Climate Change Education for Mitigation and Adaption. In: Journal of Education for Sustainable Development 6(2), 191 – 206. Available at: <https://doi.org/10.1177/0973408212475199> (31.08.2023)
- Beermann, A.-C./Fischle, C. (2021): Folgekosten der Klimakrise: Warum sie die gesellschaftliche Ungleichheit verstärken. Available at: https://foes.de/publikationen/2021/2021-09_FOES_Policy_Brief_Folgekosten_Klimakrise.pdf (31.08.2023)
- Bianchi, G./Pisiotis, U./Cabrera Giraldez, M. (2022): GreenComp – the European sustainability competence framework. Bacigalupo, M., Punie, Y. (Editors). Available at: Publications Office of the European Union <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286> (31.08.2023)

-
- Gehlawat, M. (2016): Education for Sustainable Development: A holistic Approach. Available at: https://www.researchgate.net/publication/315110406_Education_for_Sustainable_Development_A_holistic_Approach (31.08.2023)
- Gifford, C./Hooke, D./Levy, A. (2021): Simply Climate Change. London.
- Klein, T. (2011): Fleischverzehr. Über die schwerwiegenden Folgen für Mensch, Natur und Umwelt. Dresden.
- Meadows, D. H./Meadows D. L./Randers, J./Behrens, W. W. (1972): The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Available at: https://collections.dartmouth.edu/content/deliver/inline/meadows/pdf/meadows_ltg-001.pdf (31.08.2023)
- Schatzler, M. (2011): Tierproduktion und Klimawandel. Ein Wissenschaftlicher Diskurs zum Einfluss der Ernährung auf Umwelt und Klima. Münster.
- UNCED (1992): Agenda 21. Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (31.08.2023)
- UNESCO (2023): What you need to know about education for sustainable development. Available at: <https://www.unesco.org/en/education-sustainable-development/need-know> (31.08.2023)
- UNESCO (2020): Education for Sustainable Development – a roadmap. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802> (31.08.2023)
- UNESCO (2016): Getting Climate Ready. A guide for schools on climate action. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246740> (31.08.2023)
- UNESCO (2015): Not just hot air: putting climate change education into practice. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233083> (31.08.2023)
- UNESCO (2014): Nachhaltigkeit 360° - in der Schule. Available at: https://www.unesco.de/sites/default/files/2020-04/BNE_Handreichungen%20Bildungsbereich%202018_Nachhaltigkeit_Schule_2019.pdf (31.08.2023)
- UNESCO (2009): Learning to Mitigate and Adapt to Climate Change: UNESCO and Climate Change Education. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186310> (31.08.2023)

Capítulo 3: Diseño de Experiencias de Aprendizaje sobre cambio climático: Aprendizaje basado en la indagación, gamificación y herramientas digitales

Silvia Alcaraz-Dominguez¹, Mario Barajas^a, Alben Antonova^b

^aUniversidad de Barcelona, España; ^bSofia University, Bulgaria

Abstract: *Este capítulo pretende dar algunas claves para la aplicación práctica de la enseñanza de cuestiones relacionadas con el cambio climático. Para ello, presenta el concepto de “Diseño de experiencias de aprendizaje”, o Learning Experience Design en inglés, aplicado a la metodología de indagación. Además, se presentan ejemplos de buenas prácticas educativas.*

Introducción

La Enseñanza sobre el Cambio Climático (ECC) es en muchos casos un concepto nuevo en la enseñanza secundaria. Así se puso de manifiesto en varias fases de la revisión del estado de la cuestión, realizada en el marco del proyecto ClimaTePD (<https://www.climatepd.eu/index.php/es/>). El estudio de la implantación de la ECC en los centros escolares de la Unión Europea demostró que en muchos países aún hay dudas y se busca cómo integrar la ECC en la enseñanza formal. Además, se observó que la ECC es difícil de introducir en un currículo donde predomina la organización por asignaturas y en centros donde aún utilizan métodos tradicionales de aprendizaje, ya que la ECC se desarrolla a menudo como una actividad de aprendizaje interdisciplinar, basada en proyectos, en grupo y orientada a STEM.

Al mismo tiempo, se detectó que las metodologías de enseñanza activas despiertan el interés de profesores y alumnos. Sin embargo, el diseño e implementación de lecciones de este

¹ Universitat de Barcelona – Facultat d’Educació. Passeig Vall d’Hebrón 171, Edifici Llevant. Email: silvia.alcaraz@ub.edu

tipo puede ser una tarea muy exigente en términos de tiempo, ya que requiere muchas horas de trabajo de preparación, diseño y coordinación. Por este motivo, el presente capítulo pretende ofrecer orientación y recomendaciones prácticas a los profesores sobre cómo entender, diseñar y poner en práctica fácilmente escenarios de aprendizaje activos, para la educación sobre el cambio climático. Estos escenarios, además, incluyen herramientas digitales y gamificación.

Así pues, este capítulo contribuye al objetivo general de esta guía, el cual es revisar y sintetizar buenas prácticas para apoyar a los profesores de secundaria en la enseñanza del cambio climático a través de la indagación, la gamificación y las herramientas digitales en entornos de aprendizaje en línea, presenciales o mixtos.

El capítulo está estructurado de la siguiente manera. La primera sección comienza con una breve visión general del concepto de experiencia de aprendizaje de los alumnos en el contexto del diseño de escenarios de aprendizaje activo. A continuación, se exploran los conceptos básicos que subyacen a los escenarios de aprendizaje activo, abarcando el aprendizaje basado en la indagación, la gamificación y las herramientas digitales para el aprendizaje. La segunda sección proporciona varios criterios para los profesores sobre cómo seleccionar los casos de mejores prácticas y cómo abordarlos para implementarlos en clase. Para terminar, se presenta una selección de buenas prácticas.

Diseño de experiencias de aprendizaje

Como ya se ha mencionado, la integración de la educación sobre el cambio climático supone un reto para el sistema escolar tradicional. En muchos países, las cuestiones relacionadas con el cambio climático se encuentran dispersas entre los currículos y programas de diferentes asignaturas, en las que los alumnos investigan de forma parcial o incompleta la complejidad de estos problemas. Además, a menudo los métodos de aprendizaje no parten de un contexto real, orientado a la realidad de los alumnos, ni se usan materiales que recojan los nuevos descubrimientos y hallazgos sobre este tema. Por tanto, tampoco se presentan retos que estimulen el pensamiento de orden superior de nuestro alumnado. La mayoría de las veces, los profesores necesitan aplicar enfoques de aprendizaje activo para integrar la educación sobre el cambio climático en sus aulas.

El concepto “Diseño de experiencias de aprendizaje” (LXD, por sus siglas en inglés) ha ganado popularidad como enfoque integrador y de aprendizaje activo. Partiendo de las necesidades de los alumnos, el LXD desplaza el centro de atención de la situación de enseñanza-aprendizaje de la consecución de objetivos de aprendizaje específicos a la construcción de una experiencia humana que sea significativa, atractiva y satisfactoria (Wilson, 2005). Por lo tanto, los profesores tienen que proponer actividades de aprendizaje alineadas con las motivaciones personales, metas y valores de los estudiantes y guiarlos mientras construyen conocimientos de manera significativa (Chang & Kuwata, 2020). Para conseguir que la experiencia del alumno sea significativa, atractiva

y satisfactoria, los profesores pueden utilizar en el modelo de construcción de escenarios enfoques y actividades de aprendizaje, materiales didácticos, juegos y tecnologías digitales adecuados (Chang y Kuwata, 2020).

Según el modelo LXD, se deben seguir unos principios para diseñar experiencias de enseñanza y aprendizaje significativas:

1. Alumno: Explorar el problema desde la perspectiva de los alumnos.
2. Experiencia: Seleccionar el enfoque de aprendizaje más adecuado
3. Contexto: Diseñar/seleccionar el contexto que enmarque la experiencia de aprendizaje
4. Motivación y compromiso: Asignar las herramientas digitales adecuadas e introducir juegos y elementos de aprendizaje basados en juegos
5. Diseño sensorial: seleccionar las herramientas digitales apropiadas para apoyar las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Empezar por la perspectiva del alumnado

La primera tarea cualquier docente es reflexionar sobre la perspectiva de los alumnos. ¿Cómo entenderán y percibirán el problema de forma significativa, teniendo en cuenta su edad, materias escolares, experiencia personal, complejidad del problema, zona en la que viven, conocimientos previos, intereses personales, aficiones?

Para ser motivadora, la experiencia de aprendizaje tiene que poner a los alumnos en una situación de exploración en primera persona, pero, al mismo tiempo, tiene que atender a sus propias necesidades, contexto y situación de la vida real, habilidades y conocimientos previos. Si tiene en cuenta todos estos elementos, el profesor comprenderá fácilmente cómo enfocar el diseño general de la experiencia. Para investigar la perspectiva de los alumnos, los profesores pueden explorar herramientas y esquemas de pensamiento de diseño, que constituyen un buen punto de partida para definir el punto de vista del alumno:

- Ver su mundo
- Apreciar el alumno/a como un ser humano
- Entender sus sentimientos

Seleccionar un enfoque de aprendizaje activo

La experiencia de aprendizaje es el centro del proceso de aprendizaje activo orientado al alumno. Por lo tanto, como siguiente paso, el profesor tiene que seleccionar el enfoque de aprendizaje activo más adecuado, teniendo en cuenta el problema del cambio climático, el contexto y los intereses de los alumnos y el número de enfoques y actividades de aprendizaje activo.

Los métodos de aprendizaje activo se basan en las teorías constructivistas del aprendizaje (Piaget, 2013), que sitúan al alumno en la posición activa de "aprender haciendo" (Dewey, 1933). Tras obtener experiencia directa, los alumnos participan en la fase de reflexión y abstracción (Kolb, 1994). El aprendizaje experimental conecta a los alumnos con problemas de la vida real

centrándose en el proceso de exploración del problema y en la recogida y reflexión sobre datos y evidencias.

Las metodologías de enseñanza activas pueden combinar muchas actividades de aprendizaje, como la indagación, la exploración, la gamificación, el trabajo en grupo, los proyectos hechos a mano, las simulaciones, las actividades STEM y los proyectos colaborativos, el aprendizaje al aire libre, los debates y las sesiones de lluvia de ideas, la clase invertida, los instrumentos digitales y muchas otras.

En la fase de diseño de la experiencia, los profesores tienen que considerar el marco general para la experiencia de aprendizaje específica, teniendo en cuenta:

- La complejidad del problema (problema estructurado o no estructurado y complejo),
- El tiempo de preparación e investigación sobre el tema (horas o meses de realización)
- Los resultados de la experiencia (preliminares previstos o abiertos).

Los profesores pueden seleccionar y combinar varios métodos de enseñanza inductiva, como el aprendizaje basado en la indagación (ABI), el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en casos y el descubrimiento (Prince y Felder, 2006).

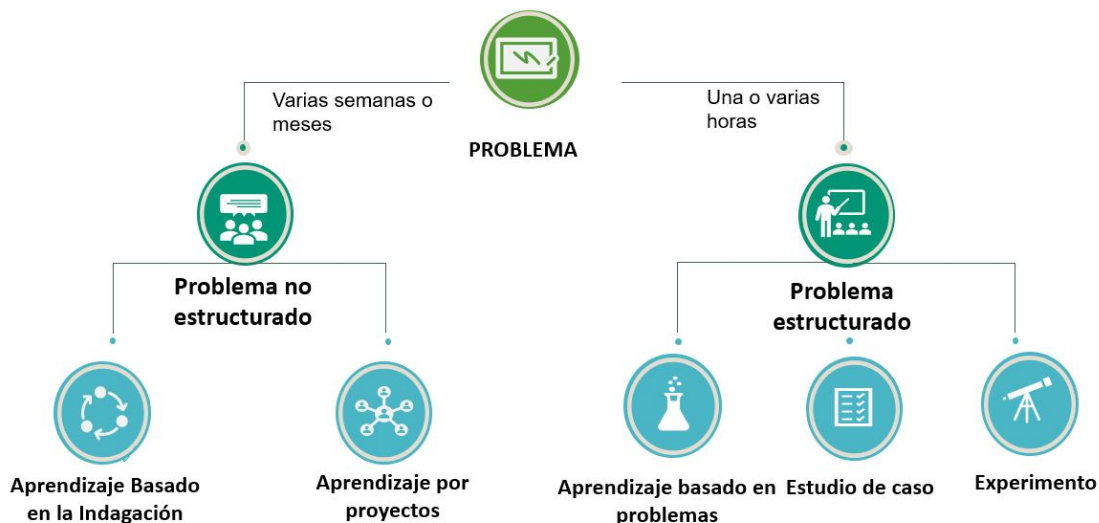


Figura 1: Clasificación de los tipos de enseñanza activa

La enseñanza basada en la indagación, o Inquiry-Based Learning (IBL) en inglés, es uno de los enfoques de aprendizaje activo más conocidos, que aplica el método científico de comprobación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados y evaluación. El IBL es un enfoque orientado al alumno, basado en un escenario estructurado o semiestructurado. El planteamiento del escenario establece un marco general del proceso de indagación, seleccionando las actividades principales, los recursos, la orientación, las preguntas, las herramientas, los debates de reflexión y las percepciones.

Y lo que es más importante, el IBL sitúa a los alumnos en situaciones del mundo real, guiándoles para que asuman el papel protagonista en el proceso de descubrimiento y construcción del conocimiento. Los alumnos pueden explorar problemas e investigar situaciones complejas planteando preguntas, formulando hipótesis, recopilando datos, resumiendo sus conclusiones y presentando los resultados finales. Empezando por un debate atractivo, el IBL pretende incitar a los alumnos a hacer sugerencias, explorar evidencias y priorizar diferentes criterios, formular explicaciones a partir de las pruebas disponibles, conectar las explicaciones con el conocimiento y las teorías científicas y, por último, comunicar y explicar sus hallazgos (Dewey, 1993). Existen cuatro tipos de indagación:

- Estructurada. Los alumnos siguen las indicaciones del profesor, que presenta una pregunta esencial y, a continuación, les guía a través de actividades, recursos y evaluaciones específicas.
- Controlada: Los estudiantes exploran una pregunta de entre varias preguntas diferentes generadas por el profesor utilizando una selección de recursos comisariada por el profesor.
- Guiada: El profesor presenta los temas y los alumnos comienzan a formular sus propias preguntas y a seleccionar sus propios recursos para investigar las respuestas.
- Libre: Los alumnos, con el apoyo del profesor, diseñan sus propias preguntas, seleccionan sus propios recursos y personalizan sus propias evaluaciones sumativas para demostrar lo que han aprendido.

El enfoque IBL puede ser adecuado para asignaturas escolares relacionadas con la ciencia, como las disciplinas STEM, y para asignaturas de ciencias sociales (Khalaf et al., 2018). Los métodos IBL requieren que tanto el profesor como los alumnos participen activamente y se sumerjan en el proceso de indagación. Por eso, el tema debe ser motivador e interesante para los alumnos y tiene que presentarse de forma atractiva. La reflexión después de cada fase del IBL es muy importante y los profesores tienen que preparar tiempo suficiente para entablar un debate que invite a la reflexión. Entre las preguntas clave, los profesores tienen que ayudar a los alumnos a descubrir por sí solos:

- ¿Cuál es el problema de investigación?
- ¿Por qué es relevante este problema?
- ¿Cómo investigar este problema?
- ¿Cómo recoger los datos?
- ¿Cómo analizar los datos?
- ¿Cómo interpretar los resultados?
- ¿Cómo presentar los resultados?

Creación de situaciones de aprendizaje

La mejor manera de diseñar una experiencia de aprendizaje es dividir el proceso en varias etapas o fases. De este modo, se pueden planificar y alinear con precisión todas las actividades, materiales

y herramientas digitales relevantes para cada fase del proceso de aprendizaje. Más concretamente, se pueden identificar las fases más difíciles, y así proporcionar apoyo adicional donde sea necesario.

Creemos que el enfoque del diseño de experiencias de aprendizaje puede proporcionar una buena comprensión de los sentimientos y experiencias de los alumnos en la enseñanza de cuestiones relacionadas con el cambio climático. Los profesores pueden planificar en consecuencia estrategias de personalización e individualización, explorando diferentes actividades de aprendizaje, materiales didácticos, modelos de gamificación y herramientas digitales.

Diseño de experiencias de aprendizaje	Fase 1 – Introducción	Fase 2 - Planificación	Fase 3 – Implementación	Fase 4 Presentación
Pregunta principal	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Qué?	¿Y ahora, qué?
Tiempo	1 hora	1 hora	6 horas	2 horas
Objetivos (Ejemplo)	Implicar y motivar al alumnado	Planificar el proceso	Llevar a cabo las actividades	Presentación Reflexión Autoevaluación
Actividades (Ejemplo)	Investigación, Lluvia de ideas, Ponerse en el lugar del otro/a	Explorar procedimientos, metodologías, algoritmos	Trabajo individual o grupal orientado a la recogida y análisis de datos	Presentación, autoevaluación
Recursos (Ejemplo)	Videos, narraciones, noticias periodísticas	Instrucciones, listas de tareas	Instrucciones	Instrucciones, formularios
Herramientas digitales (Ejemplo)	Videos, páginas web, motores de búsqueda	Organizador de tareas, mapas digitales, motores de búsqueda...	Instrumentos de medida, herramientas de procesamiento y análisis de datos	Editores de presentaciones, vídeo, cómic, etc., redes sociales
Sensaciones del alumnado (Ejemplo)	Nivel de implicación Nivel de interés Motivación por el tema	Nivel de comprensión y de implicación en el proceso	Sentimiento de pertenencia, contribución al proceso, consecución de objetivos	Satisfacción, consecución de objetivos, resultados significativos
Dificultades de esta fase (Ejemplo)	Los alumnos no se dan cuenta de la importancia, no se interesan por el problema, falta de confianza	Falta de paciencia - prisa por llegar al punto principal, Falta de comprensión del "panorama general"	Los alumnos no se implican en el proceso, Falta de materiales, tiempo, herramientas...	Falta de comprensión del "panorama general"
Componentes de gamificación implicación (Ejemplo)	Juego de rol, "y si...", búsqueda del tesoro, <i>Escape room</i>	Simulación, Explorar herramientas del mundo real	Colaboración, juegos de equipo, estrategias de gestión del tiempo	Competiciones y concursos, implicar al público externo, exposición pública de resultados, retroacción de las personas afectadas

Tabla 1: *Las cuatro fases de una secuencia de enseñanza y aprendizaje según el enfoque del diseño de experiencias de aprendizaje*

Implicación y motivación: la gamificación

Las técnicas de gamificación pretenden aumentar el compromiso y la motivación de los alumnos mediante el uso de juegos o de sus principios. Las técnicas de gamificación pueden hacer que los alumnos se sientan más relajados y comprometidos con el aprendizaje, mientras trabajan en cooperación o en competición con otros alumnos. La gamificación tiene su origen en los años sesenta, cuando Piaget subrayó que los juegos no solo podían ayudar a los niños a desenvolverse en el entorno, sino también a crear mundos en su imaginación. Años después se comenta que la gamificación promueve el aprendizaje activo, experiencial y basado en problemas (Majuria et al., 2018).

Con el desarrollo de las tecnologías y la integración de las TIC en la educación, la gamificación se ha aplicado en diferentes disciplinas en todos los niveles educativos, aumentando la motivación de los alumnos en actividades y su diversión (Swacha, 2021). Los docentes pueden utilizar estrategias de gamificación en sus diseños de experiencias de aprendizaje para aumentar la satisfacción, la implicación, la eficacia y la eficiencia del aprendizaje (Paniagua & Istance, 2018). Los modelos de gamificación adoptan el núcleo pedagógico del juego y los beneficios de los entornos lúdicos para el compromiso del alumnado con su aprendizaje. Hay dos componentes pedagógicos principales: elementos mecánicos (retroalimentación rápida, insignias y metas, participación y desafío progresivo) y elementos emocionales (narrativas e identidades, colaboración y competencia).

Para implicar y motivar a los estudiantes en diseño de experiencias de aprendizaje, los docentes pueden seleccionar elementos de gamificación adecuados a cada fase de la secuencia. De este modo, pueden ayudar a los alumnos a implicarse mejor y mejorar, entre otros: la comprensión del problema, la simulación de la situación, la toma de decisiones, las habilidades sociales, la socialización y el trabajo cooperativo, el compromiso, la concentración y la autonomía.

Diseño sensorial - Herramientas digitales y digitalización

El diseño sensorial dentro del modelo de diseño de experiencias de aprendizaje pretende introducir los conceptos de interacción física y diseño visual. Todo el material didáctico que se utilice para la puesta en práctica del escenario deberá prepararse en función de la edad y las capacidades del alumnado, así como de los objetivos de las actividades de aprendizaje. Para los materiales físicos, se deben tener en cuenta las tareas individuales y de grupo: asegurarse de que los folletos, impresos y libros de texto, materiales para manualidades, de oficina y otros sean adecuados. Tenga en cuenta la disposición física en el aula cuando organice situaciones de aprendizaje activo como el trabajo en grupo o en equipo, juegos de rol, debates y otros.

Al utilizar herramientas e instrumentos digitales, considere cómo y dónde trabajarán los alumnos con ellos: en un aula de informática, en sus dispositivos móviles (¿existen normas en el centro al respecto?), como deberes o como actividad fuera de clase (en la biblioteca u otra).

El uso de herramientas e instrumentos digitales, así como de juegos y vídeos digitales, sólo resulta interesante y motivador cuando añade valor al proceso de aprendizaje. Considere cómo los estudiantes pueden utilizar eficazmente las herramientas digitales y los recursos TIC en el aula, si tienen experiencia con los recursos TIC seleccionados, si son accesibles y fáciles de utilizar. La siguiente tabla presenta algunas herramientas digitales populares que pueden utilizarse.

	Funcionalidades	Ejemplos
Herramientas colaborativas	Pizarras virtuales y muros digitales	Google Jamboard - https://jamboard.google.com/ Storm board - https://stormboard.com Miro - https://miro.com Padlet - https://padlet.com/
	Herramientas para el debate, la argumentación y el pensamiento crítico	Kialo-edu - https://www.kialo-edu.com/ Mentimeter - https://www.mentimeter.com/
	Mapas conceptuales, recogida de ideas	Cooggle - https://coggle.it Mindomo - https://www.mindomo.com/ FreeMind - http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page FreePlane - https://www.freeplane.org/wiki/index.php/Home
Herramientas interactivas	Modelaje en 3D	Thinkercad - https://www.tinkercad.com/ Sketchup - https://www.sketchup.com Other 3D modelling software
	Juegos en línea	Learning Aps - https://learningapps.org/ Kahoot! - https://kahoot.com Quizlet - https://quizlet.com Jeopardy - https://jeopardylabs.com Educaplay - https://www.educaplay.com/types-of-activities/ Socrative - https://www.socrative.com
Herramientas de visualización	Vídeos/ narrativas, mapas	ARCGIS – https://storymaps.arcgis.com/ https://teach-with-gis-learnGIS.hub.arcgis.com/ Google maps - https://maps.google.com Google Earth https://earth.google.com
	Edición de imagen	MS Paint, GIMP, Adobe Photoshop Express
	Presentaciones, pósters, folletos	MS PPTX, Prezi.com MS SWAY, MS PUBLISHER, CANVA, PICKTOCHART

	Comics, historias en video, libros	<p>Comics</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.storyjumper.com/main/classroom • https://www.storyboardthat.com/ • https://makebeliefscomix.com • https://www.pixton.com <p>Historias en video</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://videomaker.simpleshows.com • https://www.adobe.com/education/express/ • https://new.edmodo.com/ <p>Libros digitales</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://bookcreator.com/ • https://www.storyjumper.com/ • https://genial.ly/create/gamifications
Herramientas específicas sobre cambio climático	Calculadoras, simuladores	<p>Calculadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.fs.usda.gov/ccrc/tools • https://interactive-atlas.ipcc.ch/ <p>Calculadoras de huella de carbono</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.earthday.org/foodprints-calculators/ • https://depts.washington.edu/i2sea/iscfc/index.php • https://depts.washington.edu/i2sea/iscfc/calculate.php <p>Visualización del cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://climatevisuals.org <p>Datos en abierto</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://climate.esa.int • https://climate.nasa.gov

Tabla 2: Herramientas digitales para la enseñanza de cuestiones relacionadas con el cambio climático

Ejemplos

A partir del trabajo teórico y conceptual desarrollado en el proyecto *ClimaTePD*, se determinaron unos criterios para seleccionar buenas prácticas de Educación en Cambio Climático mediante indagación, gamificación y/o herramientas digitales. Estos son los siguientes:

1. Se ocupa de aumentar la conciencia de los estudiantes sobre una o más preocupaciones de la educación sobre el cambio climático
2. Incluye el aprendizaje basado en la indagación y gamificación o herramientas digitales
3. Incluye un nivel de detalle suficiente para ser replicada por otro docente o profesional de la educación: objetivos, desarrollo, recursos de aprendizaje y plan de evaluación
4. Se ha llevado a cabo en el aula

Con el fin de encontrar buenas prácticas para la educación sobre el cambio climático con indagación, gamificación y herramientas digitales se revisaron las siguientes fuentes de información:

- Experiencias con el curso de desarrollo profesional ClimaTePD, recogidas en el informe transnacional sobre formación en línea y reflexiones de los profesores (IO5.2)
- Experiencias que los profesores participantes en las actividades del proyecto ClimaTePD han compartido o comunicado

- Repositorios en línea - Repositorio ClimaTePD

Ejemplo 1

Esta buena práctica es un escenario de aprendizaje que integra el aprendizaje basado en la indagación, la gamificación y las herramientas digitales. El escenario se llama "La sequía que nos une" y fue diseñado por la Sra. María Martínez, docente en España, durante su participación en el desarrollo profesional de ClimaTePD.

El escenario está motivado por el hecho de que España sufre una sequía desde hace mucho tiempo y que afecta a muchas partes diferentes del país. Está dirigido a los dos últimos cursos de la educación secundaria obligatoria, es decir, alumnos de entre 15 y 16 años. Concretamente, parte de la presencia de este problema medioambiental en las noticias y el impacto en la vida de los estudiantes, por ejemplo con restricciones en el uso del agua en su pueblo. Muchos de estos alumnos pertenecen a familias que trabajan en el sector primario (agricultura y ganadería), por lo que pueden ver cómo sus familias están preocupadas porque la sequía y las consiguientes restricciones puedan afectar a sus negocios.

El escenario sigue un enfoque de indagación guiada, con 6 fases: 1) Hacerse preguntas, 2) Presentación del tema, 3) Recogida de datos, 4) Análisis de datos y resultados, 5) Interpretación y 6) Comunicación. El escenario está previsto para completarse entre 6 y 8 horas.

La gamificación se utiliza principalmente en la primera fase, con el objetivo de involucrar a los estudiantes en el aprendizaje y poner a prueba sus conocimientos iniciales. Más concretamente, los alumnos juegan en pequeños grupos bajo la supervisión de la docente. Algunos de estos juegos son físicos (ver figura 2) y otros son digitales (ver figura 3).



1. LLUVIA
3. NIEVE
5. TORMENTA ELÉCTRICA
7. SEQUIAS

2. VIENTO
4. HURACÁN
6. ARCO IRIS
8. HELADAS

Figura 2: *Captura de pantalla de uno de los juegos digitales incluidos en este escenario: "Fenómenos meteorológicos", de Pablo Díaz Vera*



Figura 3: Captura de pantalla de uno de los juegos digitales incluidos en este escenario: "Efectos del cambio climático", de la Escuela Número 31.

El escenario hace uso de varias herramientas digitales para diferentes propósitos. Por ejemplo: Google Classroom para que el docente brinde recursos de información, principalmente páginas web; Herramientas de análisis de datos para hacer gráficos; Muros digitales para compartir los resultados como Padlet o Canva; herramientas para hacer cómics como pixton.com; o editores de vídeo como Clipchamp. El escenario puede consultarse en el banco de recursos del proyecto *ClimaTePD*: <https://course.climatepd.eu/mod/data/view.php?id=87>

Ejemplo 2

Este ejemplo de buena práctica es el escenario de aprendizaje "Fábricas de hormigón: ¿qué peligros conllevan para ellas?" que los profesores Javier Beltrán Ayllón y Eva Casas Güell diseñaron de manera colaborativa como parte del curso *ClimaTePD*. El escenario aborda cambio climático con una sólida metodología de indagación y un uso productivo de herramientas digitales.

El escenario parte del contexto local, centrándose en las fábricas de hormigón que se encuentran alrededor de las escuelas de la zona. Los estudiantes llevan a cabo una indagación que tiene como objetivo ayudarlos a comprender la conexión entre esta actividad local y el problema global del cambio climático. El escenario está dirigido a todos los niveles de secundaria, con adaptaciones previas por parte del profesorado, y se puede completar entre 10 y 12 horas lectivas.

El escenario se inicia con una noticia de la televisión autonómica donde los vecinos de un pueblo se muestran contrarios a la quema de residuos en sus locales. En este punto, se establece el objetivo del escenario, el cual es realizar un video que presente los resultados de una encuesta sobre los efectos de las fábricas de hormigón en la salud de las personas. Durante una semana, en pequeños

grupos, los alumnos recopilan información y la almacenan. Luego, elaboran un informe y esbozan propuestas para mejorar la situación siguiendo el modelo problema-solución que se presentó en el curso *ClimaTePD*. Finalmente, los estudiantes hacen el video y reflexionan sobre lo que han aprendido.

Las principales herramientas digitales que se utilizan en este escenario son documentos de texto en la nube para que todos los alumnos de un grupo puedan acceder, muros digitales como Padlet para compartir resultados con otros grupos y una herramienta para hacer videos basados en texto y sin necesidad de grabar ningún metraje llamado Powtoon. El escenario puede consultarse en el banco de recursos del proyecto *ClimaTePD*: <https://course.climatepd.eu/mod/data/view.php?id=87>.

Ejemplo 3

Esta buena práctica es un escenario de aprendizaje denominado “Espacios verdes urbanos”, que presenta una integración productiva entre indagación y gamificación, apoyado en herramientas digitales. El escenario fue desarrollado por el Sr. Jaume Benet i Beltran como parte de su participación en el curso *ClimaTePD*.

El escenario guía a los alumnos en el descubrimiento de los ecosistemas urbanos que se pueden encontrar en el entorno de la escuela y su importancia para hacer la ciudad más sostenible. Está diseñado para los primeros cursos de Educación Secundaria Obligatoria, es decir, alumnos de entre 11 y 12 años. Corresponde a la materia de biología, que en este nivel educativo se imparte como parte de un curso denominado “Ciencias naturales”.

El escenario sigue el modelo de indagación guiada, con las 6 fases. Después de la fase de definición del problema, los estudiantes se preparan para estudiar uno de los ecosistemas urbanos que se pueden encontrar en la ciudad para determinar su sostenibilidad. Para ello, determinan criterios de sostenibilidad y se familiarizan con el concepto de “Clave dicotómica” utilizando una versión digital del juego “Quién es quién”.



Flora Catalana
 Pla, praderes i espais amb la nostra flora

Grup GENERAL

1a. Plantes que no produeixen flor ni grana i que es multipliquen per mitja d'espores; sempre herbàcies (falgueres, cues de cavall, licopodis, ...) grup de les **FALGUERES**

1b. Plantes que produeixen flor i grana, herbàcies o llenyoses **2**

cc-by-nc http://www.floracatalana.cat índex >>

Figura 4: *Ejemplo de las claves dicotómicas (recurso de aprendizaje) que se incluye en este escenario*

A continuación, los estudiantes pasan a recolectar datos en una actividad donde tienen que tomar fotos e identificar el número máximo de plantas en un área específica (gamificación). Los estudiantes hacen un mapa interactivo que incluye las fotos que tomaron con ArcGIS y recopilan ideas sobre cómo hacer que el espacio sea más sostenible. Finalmente, cada grupo realiza una infografía que enumera los espacios verdes de la ciudad, sus beneficios, cómo mejorarlos y un código QR al mapa interactivo que crearon. El escenario finaliza con una presentación a los otros grupos y evaluación por pares. El escenario puede consultarse en el banco de recursos del proyecto *ClimaTePD*: <https://course.climatepd.eu/mod/data/view.php?id=87>

Referencias

- Chaimala F. & Kikis-Papadakis K., (2019). “Supporting STEM Teachers Inquiry & Reflective practice: The ELITE project’s recommendations towards a new model for STEM professional learning”, Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (ELITE) ERASMUS+, KA2-Cooperation for innovation and the exchange of good practices, Strategic Partnerships for school education, Grand Agreement: 2016-1-EL01-KA201-023647.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D.C. Heath.
- Khalaf, B. K., Zin, M., & Bt, Z. (2018). Traditional and Inquiry-Based Learning Pedagogy: A Systematic Critical Review. *International Journal of Instruction*, 11(4), 545-564.
- Piaget, J. (2013). *Principles of Genetic Epistemology: Selected Works vol 7*. Routledge.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2), 123-138.
- Spronken-Smith, R. (2012). Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. In *International Colloquium on Practices for Academic Inquiry*. University of Otago (pp. 1-17).
- Paniagua, A., & Istance, D. (2018). Teachers as designers of learning environments. *Educational Research and Innovation*, OECD: Paris, France.
- Sailer, M., Murböck, J., & Fischer, F. (2021). Digital learning in schools: What does it take beyond digital technology?. *Teaching and Teacher Education*, 103, 103346.
- Vann, S. W., & Tawfik, A. A. (2020). Flow theory and learning experience design in gamified learning environments. *Learner and user experience research*.

Capítulo 4: Proyectos sobre cambio climático, o cómo aprender dentro y fuera de la escuela

Silvia Alcaraz-Dominguez^{a2}, Mario Barajas^{a3}, Alben Antonova^b

^a Universitat de Barcelona, España; ^b Sofia University, Facultad de Matemáticas e Informática, Bulgaria

Abstract: *El presente capítulo expone cómo los proyectos sobre cambio climático pueden promover la participación activa del alumnado, las familias y el entorno en el centro. Partimos del papel de los profesores en lo que llamamos "comunicación científica", y en fomentar el interés de los alumnos por el proceso de indagación e inspirar su curiosidad natural. Por lo tanto, el capítulo pretende establecer las habilidades y competencias esenciales que los profesores deben adquirir para construir una comunidad y una comunicación científica eficaces.*

El capítulo comienza con una breve introducción a los términos fundamentales, seguida de una argumentación sobre el proceso de creación de comunidades, así como consejos prácticos y ejemplos. A continuación, profundiza en diversos enfoques de la comunicación científica, presentando diversas buenas prácticas. El capítulo finaliza con ejemplos de cómo los profesores pueden impulsar un cambio positivo en sus comunidades al tiempo que fomentan la pasión por la ciencia y la investigación entre sus alumnos.

Introducción

Los centros educativos tienen un papel clave en la vida de las comunidades locales (UNESCO). Especialmente en las cuestiones sobre el cambio climático, tanto profesorado y como alumnado no pueden estar aislados de los problemas de su entorno. Por un lado, los alumnos deben reconocer cuáles son los retos locales relacionados con los problemas climáticos y, por otro, comprender cómo trabajan ya las comunidades locales en ellos y cómo pueden implicarse. Por lo tanto, invitando a expertos, partes interesadas locales y familias, los profesores pueden hacer que los escenarios de ClimaTePD sean más relevantes y atractivos para los alumnos. Además, los alumnos

² Contacto: Silvia Alcaraz Dominguez silvia.alcaraz@ub.edu

³ Contacto: Alben Antonova a_antonova@fmi.uni-sofia.bg

pueden contribuir a proyectos comunitarios, estudiando problemas climáticos locales de la vida real, aportando datos y pruebas, concienciando, investigando soluciones innovadoras a problemas concretos o estableciendo conexiones con proyectos de mayor envergadura. En la bibliografía correspondiente a este capítulo se incluyen muchos ejemplos (Sobel, 2004). Todo esto demuestra que el profesorado necesita ser capaz de llevar a cabo experiencias de enseñanza y aprendizaje integradas en un contexto que va más allá del aula e incluso del centro educativo.

Docentes en contacto con el entorno

Podemos distinguir un conjunto de capacidades, competencias y cualidades que los individuos deben poseer para fomentar un sentimiento de pertenencia, confianza y colaboración dentro de la comunidad local. Como término, "desarrollo de la comunidad" se refiere a menudo a un movimiento político que destaca el papel de las comunidades para el desarrollo social y la participación democrática, la educación y el empoderamiento para hacer frente a los problemas sociales (Gilchrist y Taylor, 2016). En la tabla 1 se definen algunos de los procesos esenciales de desarrollo de la comunidad.

Tabla 1. Procesos esenciales de desarrollo de la comunidad, basado en (Gilchrist & Taylor, 2016)

Proceso	Descripción
Fomentar	Crear oportunidades para que la gente participe en el trabajo comunitario y eliminar las barreras a su participación.
Facilitar	Facilitar que las personas contribuyan a las actividades y participen en la toma de decisiones.
Empoderar	Reforzar la confianza y la capacidad de trabajar juntos, asumir responsabilidades y crear las condiciones para lograr cambios sustanciales.
Implicar	Mejorar la participación e implicación de la comunidad en las distintas formas de toma de decisiones.
Educar	Mejorar el intercambio de conocimientos, la reflexión basada en la experiencia y los debates.
Igualar	Garantizar que todos tengan un acceso equivalente a las oportunidades, los recursos y las instalaciones.
Evaluar	Identificar los cambios positivos, las lecciones aprendidas y los factores clave

Para implicar con éxito a organizaciones locales en los proyectos educativos sobre el cambio climático, las escuelas y los profesores deben comprender estos elementos clave. La creación de una comunidad es un proceso de larga duración, que requiere esfuerzos considerables para conectar con los demás, generar confianza y crear un entorno en el que las personas se sientan capacitadas para colaborar y contribuir positivamente a la sostenibilidad y el bienestar de la comunidad.

Figura 1

Habilidades para la creación de una comunidad en el marco de Winkler & Zimmermann (2015)



El proceso de construcción de la comunidad comienza **definiendo un objetivo común** que sirva de visión comunitaria, marco unificador y plataforma para una mayor cooperación. En las secciones siguientes se analizan las demás habilidades para la construcción de la comunidad: comunicación, colaboración y empoderamiento.

Comunicación

Las habilidades comunicativas tienen como objetivo crear un entendimiento común, establecer objetivos compartidos y mejorar la planificación de actividades entre los miembros de la comunidad. Para lograr un buen marco de comunicación, los profesores y las escuelas deben establecer estrategias de comunicación eficaces, como:

- **Establecer canales de comunicación adecuados.** Pueden ser reuniones periódicas, correos electrónicos, llamadas telefónicas, plataformas de redes sociales o boletines informativos físicos o digitales.
- **Iniciar contactos y entablar relaciones con otras organizaciones.** Los profesores pueden asistir a actos comunitarios, presentar sus objetivos educativos y expresar su interés por participar en actividades comunitarias.
- **Explicar claramente** cómo pueden contribuir las distintas partes interesadas y marcar la diferencia en la vida de los estudiantes y la comunidad local.

Colaboración

Los profesores y las escuelas tienen que implicar a las partes interesadas de la comunidad local en actividades conjuntas. En este sentido, los profesores deben prestar atención a:

- Capacidad de **liderazgo**, ya que los creadores de comunidades eficaces deben inspirar y motivar a los demás, fomentar la participación y ayudar a guiar a la comunidad hacia sus objetivos.
- Capacidad para **establecer redes**, ya que el establecimiento y mantenimiento de relaciones con diversas organizaciones puede ayudar a una comunidad a acceder a recursos, apoyo y conocimientos adicionales.
- Planificación y facilitación de **actos**: La organización de actos y actividades que reúnan a los miembros de la comunidad refuerza sus vínculos y ofrece oportunidades para interacciones significativas.
- **Resolución de conflictos**, ya que los conflictos son inevitables en cualquier comunidad. Por ello, los profesores deben ser hábiles para resolverlos de forma pacífica y justa para mantener un ambiente armonioso.

A nivel práctico, recomendamos lo siguiente:

1. **Invitar a personas expertas** en medio ambiente, científicos o activistas de la comunidad para que hablen a los estudiantes sobre temas relacionados con el cambio climático. Sus puntos de vista y experiencias pueden proporcionar un contexto significativo e inspiración para los proyectos.
2. Realizar **encuestas o peticiones**: Anima a los estudiantes a crear encuestas o peticiones relacionadas con temas del cambio climático y a recoger firmas o comentarios de la comunidad local. Comparte los resultados con la comunidad para demostrar la importancia de los proyectos.
3. Organizar **talleres o seminarios web** comunitarios: Organiza talleres o seminarios web relacionados con temas del cambio climático, dirigidos por estudiantes o invitados. Invita a los miembros de la comunidad a participar y aprender más sobre el tema.
4. **Organizar eventos** de plantación de árboles o de limpieza: Planifica actividades medioambientales, como la plantación de árboles o la limpieza de la comunidad, en las que participen tanto los estudiantes como los miembros de la comunidad. Estas acciones prácticas pueden reforzar el sentido de participación de la comunidad y de cuidado del medio ambiente.
5. **Invitar a cargos políticos** locales a asistir a las presentaciones o actos de los estudiantes. Su presencia puede reforzar la importancia de los proyectos y fomentar la participación de la comunidad.

Empoderamiento

El empoderamiento se refiere a implicar a los miembros de la comunidad local en actividades y proyectos. Algunas ideas para conseguirlo son:

- **Organizar una feria:** Organiza una feria o exposición sobre el cambio climático en la que los alumnos puedan presentar sus proyectos. Invita a familias, miembros de la comunidad y organizaciones locales a que asistan y se interesen por el trabajo de los alumnos.
- **Adoptar prácticas sostenibles en el centro:** Predique con el ejemplo aplicando prácticas sostenibles en la escuela, como programas de reciclaje, iniciativas de conservación de la energía o jardinería ecológica. Implice a los estudiantes en estos esfuerzos e invite a la comunidad a participar también.
- **Buscar patrocinios o donaciones:** Acércate a empresas u organizaciones locales que estén alineadas con la causa de la concienciación sobre el cambio climático. Solicita patrocinios o donaciones para apoyar los proyectos y actos de los estudiantes.
- **Facilitar la colaboración entre las partes interesadas:** Fomente la colaboración entre las distintas partes interesadas para maximizar el impacto del proyecto. Por ejemplo, las escuelas pueden asociarse con empresas locales para programas de tutoría u organizaciones comunitarias para talleres.

Una vez definidas estas habilidades, observemos cómo aplicarlas a la creación de un proyecto sobre cambio climático, basándonos en el concepto de ciencia ciudadana, el cual consiste en implicar a la ciudadanía en investigaciones reales:

Definir un objetivo común:

- **Identifique proyectos relevantes sobre el cambio climático:** Encuentre proyectos de ciencia ciudadana en el ámbito del cambio climático que se ajusten a los intereses y preocupaciones del entorno del centro donde ejerce. Los proyectos relacionados con los ecosistemas locales, la fauna, la contaminación o el clima pueden resultar especialmente atractivos.

Comunicación:

- **Comuníquese con expertos locales:** Asóciese con científicos, investigadores u organizaciones medioambientales locales que puedan proporcionar orientación y experiencia en el diseño y la realización de proyectos.
- **Entable relaciones con la comunidad:** Participe en actividades de divulgación comunitaria asistiendo a actos, ferias o reuniones locales para promover los proyectos de ciencia ciudadana. Distribuya material informativo y fomente la participación.

- Organice sesiones informativas o talleres para presentar el concepto de ciencia ciudadana a la comunidad local. Explique cómo la participación puede marcar la diferencia y contribuir a la investigación científica.
- Utilice las redes sociales: Aproveche las plataformas de las redes sociales para dar a conocer los proyectos de ciencia ciudadana. Comparta actualizaciones, fotos e historias de éxito para animar a los miembros de la comunidad a participar.
- Proporcione actualizaciones periódicas: Mantenga informada a la comunidad sobre los avances y resultados de los proyectos de ciencia ciudadana. Las actualizaciones e informes periódicos crean un sentimiento de pertenencia y orgullo por las contribuciones de la comunidad.

Colaboración:

- Implice a otras escuelas y familias: Colabore con otras escuelas e implique a las familias en los proyectos de ciencia ciudadana. Cree una red de apoyo que se extienda más allá de la comunidad inmediata.
- Organice excursiones para estudiar zonas o fenómenos naturales locales. Estas experiencias pueden fomentar una conexión más profunda entre la comunidad y el proceso científico.
- Adopte herramientas fáciles de usar: Elija proyectos de ciencia ciudadana que utilicen herramientas de recopilación de datos y aplicaciones móviles fáciles de usar, haciéndolos accesibles a una gama más amplia de miembros de la comunidad.
- Organice talleres de análisis e interpretación de datos, que permitan a los miembros de la comunidad comprender la importancia de sus contribuciones a la investigación científica.

Empoderamiento:

- Cree centros científicos comunitarios, en la escuela o en bibliotecas locales, donde la gente pueda reunirse para participar en proyectos y acceder a recursos educativos.
- Celebre los logros: Celebre los hitos y logros de los proyectos de ciencia ciudadana. Organice actos para reconocer los esfuerzos de los miembros de la comunidad y mostrar el impacto de su trabajo.
- Fomente la colaboración entre diferentes grupos de la comunidad, como escuelas, organizaciones locales, empresas y entidades gubernamentales. Los esfuerzos interdisciplinarios pueden enriquecer la experiencia de la ciencia ciudadana.
- Demuestre su aprecio por la participación de la comunidad agradeciendo y reconociendo sus contribuciones mediante certificados, premios o actos de reconocimiento.
- Busque continuamente formas de mantener la participación de la comunidad en la ciencia ciudadana más allá de proyectos individuales. Fomente una cultura de curiosidad y exploración científica continuas.

Buenas prácticas

Las escuelas pueden ser una gran herramienta para combatir el cambio climático cuando establecen asociaciones con otras instituciones. Esta sección recoge ejemplos que han sido seleccionados como mejores prácticas de colaboración docente con miembros de la comunidad educativa.

Ejemplo 1: RiuNet

Durante el curso 2022-23, tres colegios analizaron el río Besòs (noreste de España) utilizando RiuNet, que es una herramienta educativa interactiva que guía a cualquier ciudadano en el diagnóstico del estado hidrológico y ecológico de un río. Al mismo tiempo, se trata de un proyecto de ciencia ciudadana, ya que proporciona datos científicos a los investigadores del Grupo de Investigación en Ecología, Hidrología y Gestión de Aguas Dulces (FEHMLab) del Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales de la Universidad de Barcelona.

Guía pedagógica (en catalán): https://www.ub.edu/fem/docs/Riunet/RiuNet_manual_CAT.pdf

Ejemplo 2: CleanAir@school

Cleanair@School es una iniciativa que pretende mejorar los conocimientos de los estudiantes sobre su exposición a un contaminante atmosférico clave, el dióxido de nitrógeno (NO₂). Para ello se llevan a cabo campañas de ciencia ciudadana en los centros escolares de distintos países europeos. Los chicos y chicas de los colegios participantes aprenden sobre la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud. En el proyecto participaron 9 centros escolares y más de 300 alumnos de la ciudad de Girona (España) en la preparación y selección de los puntos de medición.

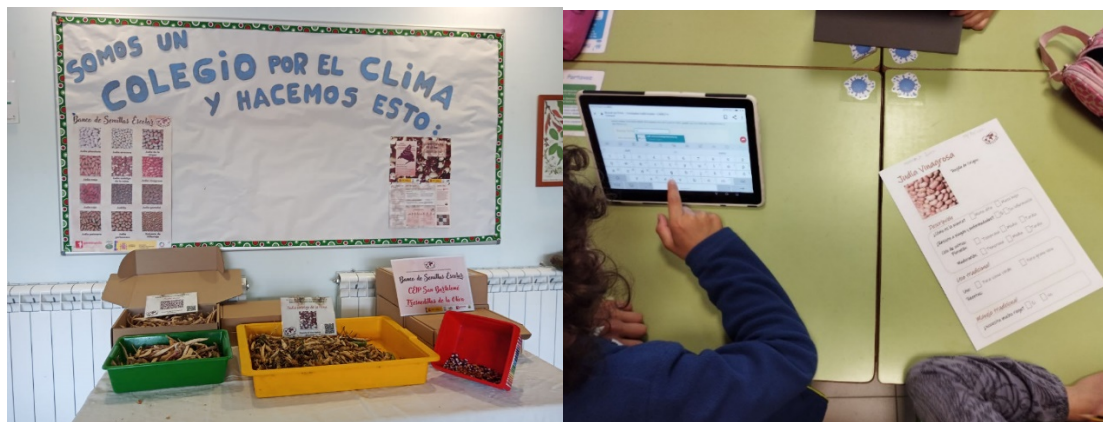
Más información en: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/ea-otras-unidades/cleanairschools-girona.aspx>

Ejemplo 3: Semillas por el clima

Durante el curso 2021-22, varios centros educativos del entorno de Madrid (España) participaron en "Semillas por el clima", que es un proyecto de investigación-acción participativa que gira en torno al eje temático de la adaptación al cambio climático a través de la conservación de la agrobiodiversidad y el conocimiento ecológico tradicional. En una primera fase, el proyecto se centró en el campo de las ciencias naturales, ya que los alumnos indagaban sobre cómo influye el clima en la fenología de las plantas. La acción consistió en la plantación y cultivo de distintas variedades locales proporcionadas por la asociación local La Troje.

En la segunda fase, la investigación se centró en el campo de las ciencias sociales, ya que los alumnos tenían como objetivo analizar cómo el conocimiento ecológico tradicional puede ayudarnos a detectar cambios en el clima y mejorar nuestra resiliencia climática. Para ello, los alumnos diseñaron y prepararon entrevistas con ancianos y personas que cultivan o han cultivado

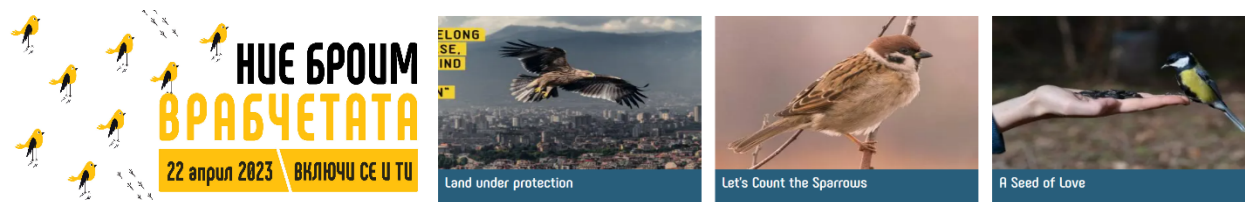
en la zona. A continuación, se creó un banco de semillas en cada escuela, así como una Red Interescolar de Semillas, y se intercambiaron semillas entre los centros participantes. Para ello, las escuelas colaboraron con redes estatales de semillas como Esporus (Manresa) el Centro de Conservación Etnobotánica y de la agrobiodiversidad de las Sierras de Béjar y Francia-Zahoz- (Salamanca).



- Más información: <https://germinando.es/lanzamos-semillas-por-el-clima/>
- Guía docente: https://germinando.es/wp-content/uploads/2023/01/SEMILLAS-POR_EL_CLIMA_GUIA_DOCENTE.pdf

Ejemplo 4: Contemos los gorriones (Bulgaria)

La Sociedad Búlgara para la Protección de las Aves organiza cada año una campaña de ciencia ciudadana llamada "Contemos los gorriones". Todos los voluntarios del país pueden participar en la campaña, contando durante 10 minutos los gorriones que ven y poniendo los números en un mapa interactivo.



La Sociedad Búlgara para la Protección de las Aves (<https://bspb.org/en/>) es la primera organización ciudadana de conservación de la naturaleza en Bulgaria. Fundada en 1988, la BSPB reúne a científicos, profesores universitarios y amantes de las aves, unidos para emprender acciones de conservación de las aves.

Hasta ahora, la Sociedad trabaja con más de 200 voluntarios, entre profesores, investigadores, alumnos de escuelas y comunidades locales. Realiza diferentes campañas de ciencia ciudadana, como el recuento de aves acuáticas a mediados de invierno, el seguimiento de aves comunes, el recuento de cigüeñas blancas, la campaña "Semilla de amor", la campaña "Contemos los gorriones" y otras actividades de evaluación que aportan datos para la conservación con base científica y para las políticas de gestión sostenible de los recursos naturales.

Referencias

- Gilchrist, A., & Taylor, M. (2016). *The short guide to community development*. Policy Press. https://issuu.com/kathryn.king/docs/gilchrist_the_short_guide_to_community_development
- Sobel, D. (2004). Place-based education: Connecting classroom and community. *Nature and listening*, 4(1), 1-7.
- Winkler, T., & Zimmermann, F. (2015). Ecotourism as community development tool—development of an evaluation framework. *Current Issues of Tourism Research*, 4(2), 45-56.

Capítulo 5: Un entorno de enseñanza virtual para docentes

*Yorgis Androulakis, Katerina Kikis-Papadakis, Smaragda Lympelopoulou
Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH), Greece*

Introducción

Para difundir y mantener la enseñanza sobre el cambio climático es de vital importancia dotar al profesorado de las capacidades y los conocimientos necesarios. Creemos que el conocido como Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) es una gran herramienta para lograr este objetivo. Los autores Darling-Hammond et al. (2017) revisaron 35 estudios que mostraban una relación positiva entre el desarrollo profesional de los docentes y la mejora de su práctica y el rendimiento de los alumnos. A partir de este análisis, identificaron siete elementos clave para un desarrollo profesional docente eficaz: el contenido, aprendizaje activo, colaboración, modelos de práctica eficaces, tutorización y apoyo, oportunidades para la reflexión y la retroalimentación, y duración sostenida.

Además, en su estudio de 2019, Powell y Bodur señalan los siguientes aspectos clave de diseño e implementación de desarrollo profesional docente virtual: fomentar la interacción y la colaboración; incorporar tareas y actividades auténticas que reflejen situaciones reales del aula; e integrar la reflexión para ayudar a relacionar la nueva información con el contexto de los docentes.

En el proyecto ClimaTePD, se la elegido Moodle para alojar el EVA. Una revisión sistemática de las tendencias en el uso de Moodle para la enseñanza y el aprendizaje (Gamage, Ayers, Behrend, 2022) muestra que Moodle se utiliza principalmente dentro de las disciplinas STEM de la Universidad y mejora el rendimiento, la satisfacción y el compromiso de los estudiantes. Además, Moodle se utiliza cada vez más como plataforma para el aprendizaje adaptativo y colaborativo y para mejorar las evaluaciones en línea. Athayaa H. et al.(2021) destacan la importancia de un sistema estable, sencillo y fácil de usar como Moodle para apoyar tanto el aprendizaje parcial como totalmente en línea. También recomiendan mejorar este sistema con extensiones interactivas para mejorar la comunicación.

Este sistema de gestión del aprendizaje (LMS) de código abierto ofrece una amplia gama de funciones que pueden aprovecharse para construir una plataforma de aprendizaje virtual destinada a formar a los educadores en la enseñanza del cambio climático. La interfaz de Moodle no sólo es fácil de usar, sino también muy personalizable, lo que garantiza que tanto los y las

participantes con experiencia en tecnología como los y las menos familiarizados con el aprendizaje en línea puedan navegar por la plataforma sin problemas. Por último, Moodle permite crear un entorno multilingüe.

Destacamos las siguientes actividades y extensiones de Moodle para una formación eficaz:

1. Tipología de actividades: Moodle ofrece una serie de actividades básicas que pueden adaptarse a la educación sobre el cambio climático. Por ejemplo, la actividad "Foro" puede utilizarse para debatir las implicaciones de las políticas sobre cambio climático, mientras que la actividad "Cuestionario" puede evaluar la comprensión de conceptos clave por parte de los profesores. La actividad "Tarea" puede aprovecharse para animar a los profesores a investigar y enviar previamente métodos didácticos innovadores sobre temas relacionados con el cambio climático.
2. Herramientas digitales: Moodle ofrece múltiples herramientas que pueden integrarse para mejorar la formación. La extensión "H5P" permite crear contenidos interactivos como cuestionarios, presentaciones, vídeos interactivos, juegos y otros. Los educadores pueden utilizar este complemento para crear lecciones atractivas e sobre el cambio climático.
3. Gamificación: La gamificación está ampliamente reconocida como una característica fundamental de los LMS modernos. Numerosos investigadores han destacado su potencial para mejorar el compromiso y la motivación en la formación virtual (Al-Smadi, 2015; Poondej y Lerdpornkulrat, 2019). La extensión "Level Up!" de Moodle permite incorporar elementos gamificados al proceso formativo. Por ejemplo, los profesores pueden ganar puntos e insignias por completar módulos relacionados con diferentes aspectos de la educación sobre el cambio climático.

Aspectos a tener en cuenta al crear un Entorno Virtual de Aprendizaje para docentes

Diseñar un curso de formación permanente del profesorado implica varias actividades, entre ellas: identificar los objetivos de aprendizaje; traducir estos objetivos en resultados esperados; crear actividades atractivas y estimulantes, incluidas aquellas de evaluación; identificar y producir recursos de aprendizaje como lecturas y contenidos multimedia; y organizar los módulos del curso de forma coherente y lógica (Eom, Ashill, 2018). A continuación, se detallan algunos aspectos a tener en cuenta al crear un Entorno Virtual de Aprendizaje para docentes.

La interfaz

La plataforma debe tener una interfaz intuitiva y fácil de usar. Esto significa: menús de navegación claros, organización lógica del contenido y un diseño que facilite una experiencia de aprendizaje fluida. Los y las docentes que participan en cualquier formación sobre cambio climático deben poder acceder sin esfuerzo a los materiales del curso, los foros de debate y las herramientas de evaluación. Esto favorece una experiencia de aprendizaje positiva, garantizando que los y las participantes sigan comprometidos y motivados durante toda la formación.

Crear una interfaz fácil de usar en Moodle implica un diseño, organización y personalización de los elementos de la plataforma para mejorar la experiencia del usuario. Estos son algunos pasos a seguir para crear una interfaz fácil de usar:

- Elección del tema o apariencia: Empieza por seleccionar un tema para Moodle que sea claro y fácil de usar. Moodle ofrece varios temas que priorizan la usabilidad y la estética. Aunque la funcionalidad es primordial, un diseño estéticamente agradable puede llevar a una experiencia de usuario positiva. Se recomienda asegurarse de que el tema se adapte bien a diferentes tamaños de pantalla y dispositivos, garantizando una buena experiencia tanto si los usuarios están en ordenadores de sobremesa como en tabletas o teléfonos móviles.

- Navegación: Racionalizar el menú de navegación incluyendo sólo los enlaces esenciales. Se deben usar etiquetas claras y concisas que los usuarios puedan entender fácilmente. También recomendamos agrupar los elementos relacionados en epígrafes lógicos para que la navegación sea intuitiva.

- Diseño coherente: Se trata de mantener la coherencia entre los elementos de diseño tales como botones, iconos, colores y tipografía en toda la plataforma. Esto ayuda a los usuarios a interactuar con la interfaz.

- Priorizar el contenido: Se debe organizar el contenido mediante títulos, subtítulos y dividir grandes bloques de texto.

- Botones: Se deben destacar visualmente botones importantes, como "Iniciar sesión/registrarse", "Ir a la unidad de aprendizaje X" o "Enviar tarea". Asegúrese de que los botones destaquen y sean fáciles de pulsar.

El contenido

Los contenidos deben ser de gran calidad. Para ello se pueden seguir estos pasos:

- Definir los objetivos de aprendizaje: ¿Qué deben ser capaces de saber y hacer los profesores al completar el curso? Los objetivos ayudan a orientar la creación de contenidos y garantizan la alineación con los resultados del aprendizaje.

- Investigación: Investigar a fondo los temas relacionados con el cambio climático para garantizar la exactitud y actualidad de la información. Los contenidos se deben basar en fuentes acreditadas, investigaciones científicas y datos actualizados.

- Multimedia: Elementos como vídeos, animaciones, infografías y simulaciones interactivas pueden atraer la atención de los profesores e ilustrar eficazmente los conceptos clave.

- Unidades de aprendizaje: Se pueden usar unidades estructuradas que se centren en temas específicos relacionados con el cambio climático. Cada unidad de aprendizaje debe tener una introducción clara, objetivos, contenidos, actividades y evaluaciones.

Interacción

Moodle ofrece herramientas para crear contenido interactivo dentro de los cursos. Destacamos algunas de ellas:

- Integración con H5P: H5P es una poderosa herramienta para crear una amplia gama de tipos de contenido interactivo como cuestionarios, videos interactivos, presentaciones interactivas, líneas de tiempo interactivas, y mucho más.

- Actividad Cuestionario: Permite crear varios tipos de cuestionarios a partir de preguntas de opción múltiple, verdadero/falso, respuesta corta y entrada de texto. También se pueden incluir preguntas interactivas como emparejar, arrastrar y soltar, y preguntas numéricas, por ejemplo para hacer la evaluación más atractiva.

- Actividad de asignación: Permite crear tareas en las que los profesores pueden enviar archivos, documentos u otras formas de trabajo. El o la facilitadora del curso puede aportar comentarios y calificaciones, animando a los profesores a aplicar sus conocimientos y habilidades.

- Actividad Taller: Sirve para evaluar entre iguales. Los profesores pueden enviar su trabajo, revisar el trabajo de sus compañeros y hacer comentarios basados en criterios de evaluación predefinidos.

- Lecciones interactivas: En esta actividad los profesores avanzan por diferentes caminos en función de sus elecciones y respuestas. Esto es ideal para crear escenarios ramificados o historias interactivas.

- Actividad Glosario: Se pueden crear glosarios colaborativos en los que los profesores aporten definiciones, explicaciones o términos relacionados con el contenido del curso. Esto fomenta la participación activa y la colaboración.

- Actividad Base de datos (Repositorio): Permite publicar y buscar contenidos, como estudios de casos, ejemplos o recursos. Es una forma de implicar a los profesores en la creación de un banco de recursos.

- Actividad Wiki: Permite la creación colaborativa de contenidos. Los profesores pueden añadir y editar contenido, lo cual puede ser útil para proyectos colaborativos o investigaciones en grupo.

- Herramientas externas (integraciones LTI): Es posible integrar herramientas y aplicaciones externas utilizando el estándar Learning Tools Interoperability (LTI). Esto puede incluir laboratorios remotos, simulaciones, entornos de programación y más, proporcionando experiencias prácticas directamente dentro de Moodle.

- Aula virtual (herramientas de conferencia web): Con Moodle es posible integrar herramientas de aula virtual como BigBlueButton o Zoom. Esto permite llevar a cabo debates en tiempo real, actividades colaborativas y demostraciones prácticas.

Seguimiento del progreso y evaluación del aprendizaje

Moodle ofrece varias herramientas y funciones para seguir el progreso y evaluar el aprendizaje en los cursos. Estas herramientas ayudan tanto a los profesores como a los instructores. Algunas de ellas son:

-
- Libro de calificaciones: Herramienta integral para que los instructores gestionen y realicen un seguimiento de las calificaciones de los profesores. Permite introducir, calcular y mostrar las calificaciones de las tareas, cuestionarios, debates y otras actividades.
 - Finalización de actividades: Moodle permite a los instructores habilitar el seguimiento de finalización de actividades. Esta característica permite a los profesores e instructores ver qué actividades se han completado y cuáles están pendientes. Proporciona un indicador visual del progreso.
 - Barra de progreso: Es una representación visual del progreso en el curso. Muestra el porcentaje de actividades completadas y anima a los profesores a completar las tareas restantes.
 - Estadísticas de los cuestionarios: Los instructores pueden acceder a las estadísticas de los cuestionarios para revisar los resultados pregunta por pregunta. Esto ayuda a identificar las áreas donde hay dificultad y proporciona información sobre la eficacia de las preguntas.
 - Envío de tareas: Los instructores pueden acceder a los envíos de tareas individuales, ver los archivos enviados, hacer comentarios y asignar calificaciones. Esto permite una evaluación detallada y un seguimiento del progreso de las tareas.
 - Foros de debate: Registran la participación y permiten a los profesores ver sus propias intervenciones. Los instructores, por su parte, pueden evaluar la calidad de los mensajes y la participación de los profesores.
 - Herramientas de autoevaluación: Los cuestionarios se pueden configurar para la autoevaluación, permitiendo a los profesores revisar su propia comprensión antes de intentar las evaluaciones formales.
 - Insignias y certificados: Moodle permite a los instructores emitir insignias y certificados al completar ciertas actividades o alcanzar objetivos específicos. Pueden servir como reconocimiento visual del progreso.

Fomentar la interacción

Crear interacciones en Moodle implica fomentar un sentido de colaboración, compromiso y comunicación entre los docentes inscritos en el curso. Moodle proporciona herramientas y características para facilitar la interacción, por ejemplo mediante:

- Foros de debate: Se pueden crear temas o hilos diferentes para que los profesores debatan sobre el contenido del curso, formulen preguntas, compartan ideas y colaboren. Para fomentar la participación activa y el debate, recomendamos publicar preguntas que inviten a la reflexión.
- Actividades de grupo: Herramienta para crear grupos dentro de un curso y asignarles actividades. Los miembros del grupo pueden colaborar en tareas, debates, proyectos y mucho más. Este es un espacio más íntimo para la interacción y la colaboración.
- Evaluación por pares y taller: Los profesores pueden revisar y comentar el trabajo de los demás, fomentando el sentido de la evaluación comunitaria.
- Mensajería: Con esta función, los profesores pueden enviarse mensajes privados entre sí y a su profesor o profesora, sin necesidad de dar ningún otro dato de contacto. Esto puede resultar

especialmente útil para la comunicación entre compañeros, la coordinación de grupos y la discusión de asuntos relacionados con el curso.

- Chat: Esta forma de comunicación en tiempo real puede facilitar los debates en directo, las sesiones de preguntas y respuestas y la interacción entre profesores.
- Conferencias web: Estas herramientas permiten a los profesores interactuar cara a cara en línea.
- Integración de redes sociales: Si su sitio Moodle lo admite, es posible integrarlo con redes sociales para fomentar el intercambio, la creación de vínculos más allá del curso y la creación de comunidades de interés.
- Blogs: Permite a los profesores crear blogs individuales o de grupo en los que pueden reflexionar sobre el contenido del curso, compartir ideas y participar en las reflexiones de sus compañeros.
- Espacios de trabajo en línea: Moodle está integrado con herramientas colaborativas en la nube, como Google Workspace (antes GSuite) o Microsoft 365. Los profesores pueden trabajar juntos en documentos, presentaciones y hojas de cálculo.

Certificación y otras formas de reconocimiento

Moodle ofrece la posibilidad de reconocer a los profesores que completen con éxito uno o más cursos. Proporcionar certificados e insignias puede motivar a los profesores, al validar sus logros. En Moodle, esto se puede conseguir de las siguientes maneras:

- Insignias: La función integrada de Insignias de Moodle le permite crear insignias personalizadas que los profesores pueden ganar por completar actividades específicas, alcanzar hitos o demostrar ciertas habilidades. Las insignias son representaciones visuales de los logros que los profesores pueden mostrar en sus perfiles.
- Certificados: El módulo de Certificados de Moodle le permite generar certificados imprimibles que los profesores reciben al completar un curso o cumplir criterios específicos. Puede personalizar el diseño, el contenido y el formato de los certificados.
- Seguimiento: La función de seguimiento permite definir criterios de finalización para actividades y recursos dentro de un curso. Cuando los profesores cumplen estos criterios, reciben un estado de "finalización", que puede utilizarse como base para ofrecer reconocimiento.
- Finalización del curso: En Moodle, se pueden configurar los cursos para que se marquen como "completos" cuando los profesores terminan todas las actividades. Esto puede llevar a la concesión automática de certificados o insignias.
- Integración con el libro de calificaciones: Es posible vincular certificaciones e insignias a resultados de calificaciones específicos. Por ejemplo, los profesores que obtengan una determinada calificación pueden recibir automáticamente una insignia o un certificado.
- Actividades personalizadas: Se pueden crear actividades o evaluaciones personalizadas que los profesores deban completar para obtener el reconocimiento. Esto podría incluir proyectos finales, cuestionarios, tareas o presentaciones.

- Actividades condicionales: Es posible configurar actividades condicionales basadas en el rendimiento de los y las participantes de un curso. Una vez se cumplan unos criterios específicos (por ejemplo, finalizar un cuestionario con una puntuación determinada), podrán acceder a un certificado o insignia.

- Servicios externos de insignias: Esta plataforma está integrada con servicios externos de insignias como Open Badges o Credly para emitir insignias digitales que pueden compartirse a través de diferentes plataformas.

Conclusión

Moodle es una herramienta muy potente para la creación de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), incluso en la formación permanente del profesorado y concretamente en el desarrollo de sus competencias para la enseñanza del cambio climático. Su interfaz fácil de usar, su diseño adaptable, sus funciones de colaboración, la calidad de sus contenidos, sus herramientas de evaluación, sus opciones de certificación, sus estrategias de participación y su asistencia técnica lo convierten en la opción ideal para impartir conocimientos cruciales en este ámbito.

El aprovechamiento de las actividades básicas y las extensiones de Moodle mejora aún más la experiencia formativa, permitiendo la integración de herramientas digitales, gamificación y técnicas de aprendizaje basado en el conocimiento adaptadas a la educación sobre el cambio climático. Aprovechando las capacidades de Moodle, los educadores pueden dotarse eficazmente de las habilidades y conocimientos necesarios para educar a la próxima generación sobre este urgente reto educativo.

Referencias

Activities - MoodleDocs [WWW Document], n.d. URL <https://docs.moodle.org/402/en/Activities> (accessed 7.28.23).

AL-Smadi, M., 2015. GAMEDUCATION: Using Gamification Techniques to Engage Learners in Online Learning. pp. 85–97. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22017-8_8

Athaya, H., Nadir, R.D.A., Indra Sensuse, D., Kautsarina, K., Suryono, R.R., 2021. Moodle Implementation for E-Learning: A Systematic Review, in: 6th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology 2021. Presented at the SIET '21: 6th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology 2021, ACM, Malang Indonesia, pp. 106–112. <https://doi.org/10.1145/3479645.3479646>

Darling-Hammond, L., Hyler, M., Gardner, M., 2017. Effective Teacher Professional Development. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>

Eom, S., Ashill, N., 2018. A System's View of E-Learning Success Model. Decision Sciences Journal of Innovative Education 16, 42–76. <https://doi.org/10.1111/dsji.12144>

Features - MoodleDocs [WWW Document], n.d. URL <https://docs.moodle.org/402/en/Features> (accessed 7.28.23).

Gamage, S.H.P.W., Ayres, J.R., Behrend, M.B., 2022. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education* 9, 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>

Getting started [WWW Document], n.d. URL <https://h5p.org/getting-started> (consultado el 28/7/23).

Moodle - Open-source learning platform | Moodle.org [WWW Document], n.d. URL <https://moodle.org/> (consultado el 28/7/23).

Poondej, C., Lerdpornkulrat, T., 2019. Gamification in e-learning: A Moodle implementation and its effect on student engagement and performance. *Interactive Technology and Smart Education ahead-of-print*. <https://doi.org/10.1108/ITSE-06-2019-0030>

Powell, C., Bodur, Y., 2019. Teachers' perceptions of an online professional development experience: Implications for a design and implementation framework. *Teaching and Teacher Education* 77, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.09.004>

Capítulo 6: Aplicación del pensamiento de diseño a la enseñanza sobre el cambio climático

Panagiota Argyri^{a4}, Yorgis Androulakis^a, Smaragda Lymperopoulou^a, Kathy Kikis-Papadakis^a, Orhan Curaoglu^b, Gultekin Cakmakci^c

^aFORTH, Grecia; ^bUniversidad Bolu Abant Izzet Baysal, Turquía; ^cHacettepe University, Turquía

Resumen: *Entender el cambio climático requiere una perspectiva holística del medio ambiente. El pensamiento de diseño es un proceso analítico y creativo de resolución de problemas que involucra a una persona en oportunidades para hacer algo físico y/o digital que importe. En este capítulo hablamos del pensamiento de diseño y de una posible aplicación de este proceso a la educación sobre el cambio climático.*

Introducción

El pensamiento de diseño es una metodología de resolución de problemas que implica comprender las necesidades y los comportamientos de los usuarios, identificar oportunidades, generar soluciones creativas y probar y perfeccionar esas soluciones. Se trata de un proceso iterativo centrado en el ser humano que fomenta la colaboración, la experimentación y la empatía. El pensamiento de diseño se utiliza a menudo en el diseño de productos, pero puede aplicarse a muchos campos diferentes, incluida la educación. En educación, el pensamiento de diseño es un proceso que anima a profesores y alumnos a pensar de forma creativa y colaborativa para resolver problemas.

El pensamiento de diseño en educación

El pensamiento de diseño es una poderosa herramienta para desarrollar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y las habilidades de colaboración en los estudiantes. En los sectores

⁴ Corresponding Author: Correspondence Address. Email:

centrados en la innovación, el pensamiento de diseño se utiliza habitualmente como método para construir ecosistemas de innovación (Plattner et al., 2014). Mediante el uso del pensamiento de diseño en el aula, los profesores pueden implicar a los estudiantes en actividades significativas de resolución de problemas del mundo real que los preparan para el éxito en sus futuras actividades académicas y profesionales.

Existen varios modelos populares de pensamiento de diseño que pueden adaptarse para su uso en la educación. He aquí algunos ejemplos:

- **Stanford d.school Proceso de pensamiento de diseño:** El proceso de pensamiento de diseño de la Stanford d.school es un modelo conocido y ampliamente utilizado para el pensamiento de diseño en la educación. Consta de cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y probar.
- **Design Thinking 4 Education:** El modelo Design Thinking 4 Education, desarrollado por la Harvard Graduate School of Education, es un proceso de seis pasos que incluye: enmarcar el reto, observar a los usuarios, sintetizar ideas, generar ideas, crear prototipos de soluciones y probar con los usuarios.
- Las **herramientas Design Thinking for Educators** fue desarrollado por IDEO en colaboración con Riverdale Country School y consta de cinco fases: descubrimiento, interpretación, ideación, experimentación y evolución. IDEO también ha desarrollado el conjunto de herramientas Co-Designing Schools, que ayuda a los educadores a crear cambios equitativos en las escuelas mediante un proceso dirigido por la comunidad, centrado en la equidad e impulsado por el diseño.

El proceso de pensamiento de diseño de Stanford d.school

El Proceso de Pensamiento de Diseño de Stanford es un modelo ampliamente utilizado que consta de cuatro grandes etapas: *comprender* una necesidad o problema, *explorar* una necesidad, oportunidad o soluciones, *materializar* una solución encontrada (por ejemplo, un producto o proceso) y *refinar* el contexto en el que se implanta, prueba y optimiza la solución (véanse las figuras 1 y 2). El proceso incluye seis fases: empatizar, definir, idear, crear prototipos, probar y evaluar. Estas fases no tienen que pasarse una tras otra en orden lineal, sino que pueden ordenarse y repetirse según sea necesario para llegar a una solución. Al aplicar los procesos del pensamiento de diseño a situaciones de aprendizaje, los estudiantes pueden comprender y entrenarse para abordar problemas identificados mediante un proceso analítico pero también creativo, y pueden experimentar formas de trabajar orientadas a la innovación. A continuación se describen las seis fases del pensamiento de diseño.

Empatía: La primera fase implica desarrollar una comprensión de las personas implicadas en el problema, incluidos estudiantes, profesores y otras partes interesadas. Esta fase requiere hacer

preguntas, observar y escuchar para comprender las experiencias y perspectivas de los demás. Durante esta fase pueden plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el reto que hay que resolver?
- ¿Qué problema plantea?
- ¿Quiénes son los usuarios finales o quiénes constituyen el problema?

Definir: La segunda fase consiste en definir el problema o reto. Para ello es necesario identificar las causas profundas del problema y elaborar un enunciado claro del problema que pueda guiar el resto del proceso. Los estudiantes definen y enuncian el problema que requiere soluciones para metodizar sus acciones.

Idear: La tercera fase consiste en generar ideas para posibles soluciones. Esta fase anima a los participantes a pensar de forma creativa y a generar una amplia gama de ideas. Los alumnos presentan sus ideas mediante un diálogo y un debate activos. Durante esta fase pueden plantearse las siguientes preguntas

- ¿Cuál es el problema real? ¿Cuáles son las posibles soluciones? Genera al menos cinco posibles soluciones y discútelas con tus amigos. Elige la mejor entre ellas.
- ¿Cuáles son las limitaciones del diseño?
- ¿Cómo podemos hacerlo más fácil/funcional/estético/económico/simple/respetuoso con el medio ambiente?

Prototipar: La cuarta fase consiste en crear prototipos de posibles soluciones. Esta fase permite a los participantes probar y refinar sus ideas. Los alumnos sugieren soluciones. Se trata de un proceso iterativo que puede ser necesario repetir.

Probar: Esta fase consiste en probar los prototipos para determinar su eficacia. En esta fase pueden tenerse en cuenta las siguientes cuestiones:

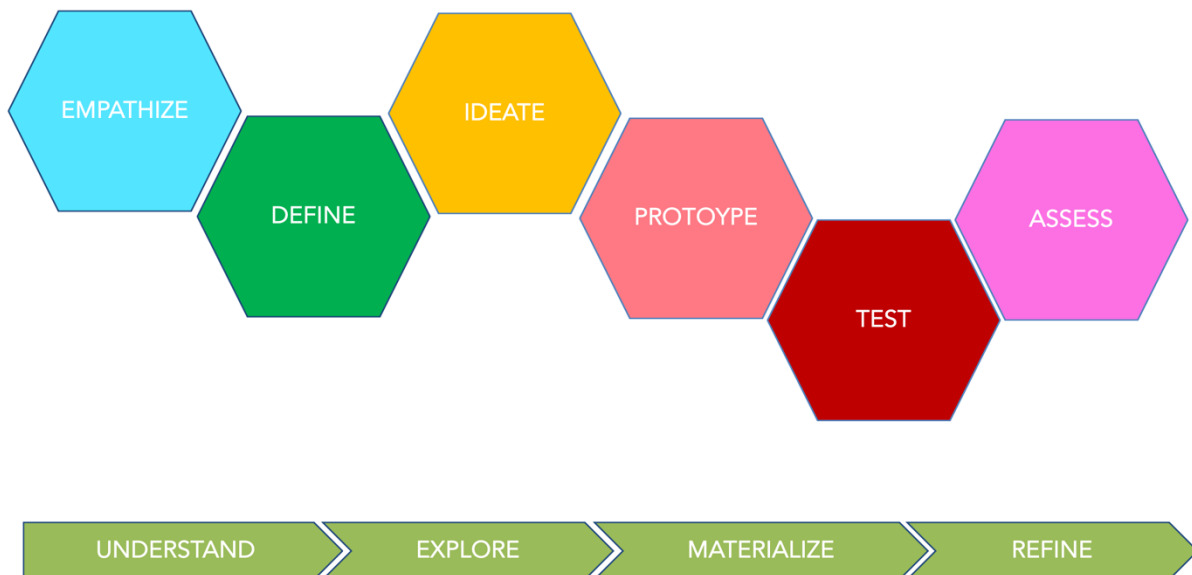
- Probar el prototipo y recopilar información. ¿Cómo se registrarán los datos y se analizarán los resultados? Evalúe los resultados, mejore el diseño, vuelva a probarlo y evalúelo de nuevo para mejorar aún más su diseño.
- ¿Qué ha funcionado bien?
- ¿Qué no ha funcionado bien? ¿Cuáles son los principales problemas del producto? ¿Cómo puedes resolverlos y hacer algo que funcione mejor?
- ¿Qué descubriste interesante o diferente sobre el producto durante la fase de prueba?

Evaluar: Esta fase requiere recoger las opiniones de las partes interesadas e introducir las modificaciones necesarias en las soluciones. Esta fase se centra en dar y recibir opiniones,

integrarlas en la solución/diseño, perfeccionarla y estudiar cómo añadirle valor. Durante esta fase pueden plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Qué problema resuelve el diseño?
- ¿Qué necesidad satisface el diseño?
- ¿Cómo cambiarías características menos importantes por otras más importantes, o cómo equilibrarías consideraciones sociales, políticas, culturales y ecológicas?
- ¿Cómo funciona y por qué es mejor que las soluciones existentes?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de tu diseño?

Figura 1: Versión modificada del diagrama del proceso de pensamiento de diseño de la d.school de Stanford (dschool.stanford.edu)



Utilizar el pensamiento de diseño para enseñar el cambio climático

Al utilizar el pensamiento de diseño para enseñar el cambio climático, puede ayudar a sus alumnos a desarrollar una comprensión profunda del problema, así como el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas. Además, al animar a los alumnos a pensar en posibles soluciones y ponerlas a prueba, puede inspirarles para que se conviertan en agentes activos del cambio, con capacidad para marcar la diferencia a la hora de abordar el problema del cambio climático. A lo largo de este proceso, también se debe animar a los alumnos a reflexionar sobre sus experiencias y su aprendizaje. Por ejemplo, podrían reflexionar sobre cómo ha cambiado su comprensión del cambio climático y su impacto en las diferentes partes interesadas a lo largo del proceso de pensamiento de diseño.

He aquí un ejemplo de cómo podría aplicarse un enfoque de pensamiento de diseño a la enseñanza del cambio climático:

1. **Empatizar:** Empieza animando a los alumnos a empatizar con las partes interesadas que se ven afectadas por el cambio climático. Esto podría incluir a las personas de las comunidades afectadas por los incendios forestales, las sequías o la subida del nivel del mar, como los agricultores o las comunidades costeras. Los alumnos podrían realizar entrevistas o investigaciones para comprender mejor las experiencias y perspectivas de estas partes interesadas. Los estudiantes también pueden considerar cómo afecta el cambio climático al mundo natural, como el impacto sobre las especies o los ecosistemas en peligro de extinción.
2. **Definir:** A continuación, basándose en los conocimientos adquiridos durante la fase de empatía, los alumnos deben definir el problema o reto que quieren abordar en relación con el cambio climático. Puede tratarse de una cuestión específica, como el impacto de la subida del nivel del mar en las comunidades costeras, o de una cuestión más amplia, como la falta de concienciación pública sobre el cambio climático.
3. **Idear:** En esta fase, los alumnos deben generar una amplia gama de posibles soluciones al problema identificado en la fase de definición. Esto podría implicar sesiones de lluvia de ideas para una amplia gama de soluciones, como la reducción de las emisiones de carbono, el uso de fuentes de energía renovables o la promoción de estilos de vida sostenibles. Fomentar, esbozar u otras técnicas de ideación.
4. **Prototipar:** Los alumnos deben seleccionar una o varias soluciones potenciales y convertirlas en prototipos que puedan probarse y perfeccionarse. Puede ser cualquier cosa, desde el diseño de un proyecto de participación comunitaria hasta la realización de experimentos, la creación de simulaciones o la participación en actividades de juegos de rol para simular la aplicación de sus soluciones.
5. **Probar:** Por último, los estudiantes deben probar sus prototipos con usuarios reales, como otros estudiantes, profesores o miembros de la comunidad. Esto podría implicar la realización de grupos de discusión, encuestas u otros métodos de evaluación para recabar opiniones sobre sus soluciones y utilizarlas para iterar y mejorar sus prototipos.

¿En qué actitudes de los estudiantes se centra el pensamiento de diseño?

El pensamiento de diseño fomenta varias actitudes en los estudiantes, que pueden ayudarles a ser mejores solucionadores de problemas, colaboradores e innovadores. Éstas son algunas de las actitudes que el pensamiento de diseño puede fomentar en los estudiantes:

- **Empatía:** El pensamiento de diseño anima a los estudiantes a comprender las necesidades y perspectivas de los demás. Los estudiantes que adoptan el pensamiento de diseño tienden

a ser más empáticos con los demás y es más probable que tengan en cuenta las necesidades y opiniones de los demás a la hora de resolver problemas.

- **Curiosidad:** El pensamiento de diseño anima a los estudiantes a ser curiosos y a hacer preguntas, aunque no conozcan las respuestas. Esta actitud ayuda a los estudiantes a tener la mente abierta y a estar dispuestos a explorar nuevas ideas y soluciones.
- **Creatividad:** El pensamiento de diseño anima a los estudiantes a ser creativos y a encontrar soluciones nuevas e innovadoras a los problemas. Esta actitud ayuda a los estudiantes a ser más imaginativos e inventivos en su pensamiento.
- **Colaboración:** El pensamiento de diseño anima a los estudiantes a trabajar en colaboración con otros para resolver problemas. Esta actitud ayuda a los estudiantes a ser comunicadores más eficaces y a trabajar en equipo.
- **Persistencia:** El pensamiento de diseño a menudo implica la creación de prototipos y la puesta a prueba de ideas, lo que puede dar lugar a fracasos y contratiempos. Los estudiantes que adoptan el pensamiento de diseño tienden a ser persistentes y resistentes, dispuestos a aprender de los fracasos y a seguir trabajando para encontrar una solución.
- **Flexibilidad:** El pensamiento de diseño implica iteración y adaptación a la nueva información. Los estudiantes que valoran el pensamiento de diseño tienden a ser flexibles y abiertos de mente, dispuestos a adaptar y hacer pivotar sus soluciones basándose en nueva información.
- **Mentalidad abierta:** El pensamiento de diseño requiere que los estudiantes estén abiertos a nuevas ideas y perspectivas, y que estén dispuestos a cuestionar sus propios supuestos.
- **Iteración:** El pensamiento de diseño implica un proceso de iteración, en el que los estudiantes prueban y perfeccionan sus ideas mediante la creación de prototipos y la retroalimentación.
- **Sin prejuicios:** los estudiantes deben abstenerse de hacer suposiciones o juicios sobre personas, ideas, creadores de ideas o situaciones.
- **Ambigüedad:** Los alumnos deben sentirse cómodos con la ambigüedad y la incertidumbre, y estar dispuestos a explorar diferentes posibilidades y perspectivas.

Referencias

Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (Eds.) (2014). *Design thinking research: Building innovation eco-systems*. London: Springer.

