

Reservas de la biosfera y modelos de conocimiento: ejemplo de aprendizaje significativo sostenible

Biosphere reserves and knowledge models: an example of sustainable meaningful learning

Maidier Pérez de Villarreal Zufiaurre: Universidad Pública de Navarra, España.
maider.perezdevillarreal@unavarra.es

Fecha de Recepción: 22/05/2024

Fecha de Aceptación: 25/07/2024

Fecha de Publicación: 09/12/2024

Cómo citar el artículo

Pérez de Villarreal, M. (2025). Reservas de la biosfera y modelos de conocimiento: ejemplo de aprendizaje significativo sostenible [Biosphere reserves and knowledge models: an example of sustainable meaningful learning]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-753>

Resumen

Introducción: El cambio climático acecha al equilibrio de la humanidad. Es preciso tomar parte en el siguiente dilema: continuar con las dinámicas productivas y consumistas que arriesgan el bienestar planetario, o desacelerar estas dinámicas proporcionando nuevos modelos productivos sostenibles que requieren de un cambio conceptual global que se nutra de modelos educativos que fomentan la concienciación ecológica. **Metodología:** El aprendizaje significativo sostenible busca promover situaciones de aprendizaje que perduren en el tiempo y se integren en la vida y experiencias del alumnado de manera significativa. Con este enfoque, se desarrolló una experiencia educativa en la que el alumnado construyó de manera conjunta un modelo de conocimiento basado en unidades didácticas (UD) sobre reservas de la biosfera de los 5 continentes. **Resultados:** Para la evaluación, se empleó una rúbrica doble que analizaba tanto la defensa oral del proyecto como los distintos apartados de la UD y se analizaron reflexiones personales. **Discusión:** El aprendizaje significativo sostenible es una metodología adecuada para integrar el aprendizaje en contextos significativos para el alumnado y fomentar la conexión emocional con la protección de espacios naturales. **Conclusiones:** Esta metodología educativa es apta para promover el cambio conceptual necesario para desarrollar sistemas productivos más sostenibles.

Palabras clave: aprendizaje significativo sostenible; modelos de conocimiento; reservas de la biosfera; mapas conceptuales; cambio conceptual; concienciación ecológica; cambio climático; educación para el desarrollo sostenible.

Abstract

Introduction: Climate change stalks the balance of humanity. In this context, it is necessary to take part in the following dilemma: to continue with the productive and consumerist dynamics that risk planetary well-being, or to decelerate these dynamics by providing new sustainable productive models that require a global conceptual change nourished by educational models that promote ecological awareness. **Methodology:** Significant sustainable learning seeks to promote learning situations that last over time and are integrated into the lives and experiences of students in a meaningful way. With this approach, an educational experience was developed in which students jointly constructed a knowledge model based on didactic units (UD) on biosphere reserves on the 5 continents. **Results:** For the evaluation, a double rubric was used that analysed both the oral defence of the project and the different sections of the UD, and personal reflections were analysed. **Discussion:** Meaningful sustainable learning is an appropriate methodology for integrating learning in meaningful contexts for students and fostering an emotional connection with the protection of natural spaces. **Conclusions:** This educational methodology is suitable for promoting the conceptual change needed to develop more sustainable production systems.

Keywords: meaningful sustainable learning; knowledge models; biosphere reserves; concept maps; conceptual change; ecological awareness; climate change; education for sustainable development.

1. Introducción

En esta segunda década del nuevo milenio podemos afirmar que el cambio climático es un reto urgente que amenaza al equilibrio de la humanidad, y, por ende, del planeta que habitamos. En plena efervescencia del sistema económico capitalista que fomenta el consumo y la producción exacerbados, nos hallamos en una encrucijada y es el momento de tomar el camino correcto para la supervivencia de las especies y de los ecosistemas que pueblan nuestro planeta. El camino continuista reproduce las dinámicas económicas, productivas y consumistas que han derivado a la problemática actual de enfrentarnos a las consecuencias del cambio climático: declive de especies, cambio de ecosistemas, temperaturas más cálidas, tormentas más intensas, propagación de enfermedades, derretimiento de glaciares, huracanes más peligrosos, aumento del nivel del mar, olas de calor más fuertes, alimentos más caros, más hambre y pobreza (Oxfam Intermón, s. f.). Por su parte, el camino alternativo, supone la desaceleración de estas dinámicas ya instituidas como únicas, que precisan de un cambio conceptual radical y global sobre los modelos productivos y que debe tener su base en modelos educativos que transformen la sociedad para fomentar la concienciación ecológica para la protección del planeta y la supervivencia de los organismos vivos.

1.1. Plan de acción de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

Según UNESCO (2021a), la pérdida y degradación de la biodiversidad, como la existente en los bosques, es un importante impulsor del cambio climático. La diversidad biológica, a través de los ecosistemas que sustenta, reduce los efectos negativos de la variación ambiental, contribuyendo a su mitigación y adaptación. Hay más de 30 programas de la UNESCO en materia de ciencias, educación, cultura y comunicación que contribuyen a crear conocimientos, educar y comunicar sobre el cambio climático y a comprender las implicaciones éticas para las generaciones presentes y futuras (UNESCO, 2021a).

Para mitigar y adaptarse a esta transformación climática, la UNESCO (2021a) considera imperativo brindar educación, sensibilización pública y capacitación a las sociedades de todo

el mundo. El propósito es generar ciudadanía informada, una fuerza laboral informada y funcionarios gubernamentales ilustrados, que además de poseer el conocimiento adecuado, sean capaces de actuar y de contribuir a la transformación social necesaria.

1.1.1. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se define como un plan de acción para las personas, el planeta y la prosperidad (ONU, 2015) y contiene 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que son un llamado urgente a la acción por parte de todos los países y 169 metas. que son integrados e indivisibles y equilibran las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ambiental.

Esta hoja de ruta alienta a la humanidad a centrarse en el planeta protegiéndolo de la degradación, favoreciendo el consumo y la producción sostenibles, así como la gestión sostenible de sus recursos naturales y la adopción de medidas urgentes sobre el cambio climático. Entre los 17 ODS, este artículo se basa específicamente en el 4 (Educación de calidad garantizando una educación inclusiva y equitativa y promoviendo oportunidades de aprendizaje permanente para todos), el 13 (Acción por el clima adoptando medidas urgentes para combatirlo y sus impactos) y el 15 (La vida en la tierra protegiendo, restaurando y promoviendo el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, la gestión sostenible de los bosques, la lucha contra la desertificación y la detención e inversión de la degradación de la tierra y la pérdida de biodiversidad).

1.1.2. Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)

Desde el sector de Educación de la UNESCO, consideran que la educación es una prioridad principal y un derecho esencial, ya que es la base para consolidar la paz y fomentar el desarrollo sostenible (UNESCO, 2020). Tras la pandemia del COVID-19, se pudo aprender que la destrucción de los bosques no solo pone en peligro a los animales salvajes y debilita los ecosistemas, sino que expone a los humanos a agentes infecciosos que pueden amenazar sus vidas como fue el caso del coronavirus SARS-CoV-2 que procedió de una fuente animal cuyo origen se situó en un mercado de mariscos de la ciudad china de Wuhan (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2020).

Está demostrado el hecho de que la temperatura global promedio del planeta ha aumentado aproximadamente 1°C desde finales del siglo XIX, y su mayor aumento ha sucedido en las últimas tres décadas. Ello ocasiona que un millón de especies se encuentren en peligro de extinción y que esta pérdida, junto con la consecuente falta de conservación de los ecosistemas, tendrán efectos catastróficos para los seres humanos y para la naturaleza (IPBES, 2019). Se prevé que la población mundial aumente de 7.700 millones a 9.700 millones en 2050, y con los recursos naturales en peligro debido a las actividades humanas nos enfrentamos a un gran reto para nuestra supervivencia. Por ello, más que nunca, debemos aprender a vivir juntos de forma sostenible en nuestro planeta y cambiar la forma en que como individuos de una sociedad pensamos y actuamos, es decir, es el momento para promover un cambio conceptual que transforme los sistemas productivos, sociales y económicos que supongan un viraje en el rumbo del barco que guía la vida sobre la Tierra (UNESCO, 2020) y la educación tiene la clave.

La EDS surgió de la necesidad de que la educación afrontara los crecientes desafíos relacionados con la falta de sostenibilidad y con este fin, emplea una pedagogía innovadora que se orienta a la acción para que el alumnado desarrolle el conocimiento y la conciencia necesarios para crear una sociedad más sostenible y justa. De ahí se deriva que resulte fundamental para promover la acción climática, ya que ayuda a las personas a actuar como

agentes de transformación social al comprender y abordar los impactos de esta crisis climática y empoderarlas con conocimientos, habilidades, valores y actitudes (UNESCO, 2021b). En este sentido, el programa de EDS que desarrolla la UNESCO ha implementado un enfoque escolar integral frente al cambio climático a través de un proyecto piloto llevado a cabo en 258 escuelas de 25 países. Es dentro de este enfoque en el que incluimos nuestra propuesta de promover el aprendizaje significativo sostenible en los futuros docentes y utilizar el tema de “Reservas de la Biosfera” como eje para fomentar la conciencia ecológica y una actitud proactiva para promover el desarrollo sustentable y mitigar el impacto ambiental debido al cambio climático.

Para visualizar un futuro sostenible es importante pensar qué, dónde y cómo aprendemos, y desarrollar los conocimientos, las habilidades, los valores y las actitudes que permitan tomar decisiones fundamentadas científicamente y adoptar medidas individuales y colectivas sobre las cuestiones urgentes a nivel local, nacional y mundial (UNESCO, 2020). La ruta la marca la EDS que trata de empoderar al alumnado para que en base a esos conocimientos, habilidades, valores y actitudes sean capaces de tomar decisiones importantes y adoptar medidas responsables que perseveren la integridad del medio ambiente, la viabilidad económica y una sociedad justa en que se empoderen personas de todos los géneros. Por todo ello, la EDS es un proceso de aprendizaje permanente y constituye un parte integral de la educación de calidad y del ODS 4 (Educación de calidad) (United Nations, 2015), que mejore aspectos cognitivos, sociales, emocionales y conductuales del aprendizaje y que además contribuya al logro del resto de los ODS. Puede considerarse una educación integral u holística y transformadora, que abraza los contenidos y los resultados de aprendizaje, la pedagogía y el propio entorno de aprendizaje.

En este marco, la EDS contemplaría cuatro puntos interrelacionados que señalarían el camino a seguir para futuros docentes (UNESCO, 2020):

- Contenido del aprendizaje: Integrar las cuestiones de sostenibilidad (que figuran en los 17 ODS), como el cambio climático.
- Pedagogía y entorno de aprendizaje: Emplear una pedagogía interactiva, que se base en proyectos y se centre en el alumnado. Transformar todos los aspectos del entorno de aprendizaje mediante un enfoque institucional integral de la EDS, para que el alumnado pueda vivir lo que aprende y aprender lo que viven.
- Transformación de la sociedad: Posibilitar el logro de los ODS para construir un mundo más sostenible.
- Resultados de aprendizaje: Empoderar a las personas para que asuman su responsabilidad con respecto a las generaciones actuales y futuras y contribuir así activamente a la transformación de la sociedad.

Para ello, recursos como las reservas de la biosfera pueden servir como puntos de anclaje para desarrollar la EDS, y son esenciales en el presente artículo, para desarrollar una metodología por proyectos que fomente un aprendizaje significativo sostenible y permanente en el alumnado del grado de Maestro en Educación Primaria, que sirve de sustrato para las futuras semillas, que son el alumnado de educación primaria.

1.1.3. Reservas de la Biosfera

La UNESCO ha favorecido la creación y promoción de las Reservas de la Biosfera a través de su Programa MaB (Man and Biosphere/ Hombre y Biosfera) con el objetivo de compatibilizar y conciliar la conservación de la diversidad biológica con el desarrollo económico de las poblaciones humanas asentadas en espacios naturales y su entorno mediante el uso sostenible de sus recursos. El concepto de Reserva de la Biosfera se instituyó por primera vez en 1974, y

las primeras reservas se declararon en 1976. Se crearon con el objetivo de cumplir tres funciones principales:

- Conservar la diversidad biológica y cultural.
- Promover el desarrollo social y ambientalmente sostenible de las poblaciones locales.
- Fomentar y apoyar actividades de experimentación, investigación, formación, educación y difusión, en las que se consideran actividades de apoyo logístico.

Desde 2016, España es el primer país del mundo con mayor número de reservas de la biosfera catalogadas, superando a otros con una mayor extensión geográfica como es el caso de Estados Unidos, Rusia o China. Nuestro país cuenta con un total de 53 reservas clasificadas por la UNESCO (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, s. f). Entre ellas, cuatro son transfronterizas, tres con Portugal y una es intercontinental con Marruecos.

No existen demasiados estudios sobre el uso de las reservas de la biosfera en educación, aunque en la actualidad se está considerando este tema en la educación superior y en la formación de profesorado (Monné y Porté, 2022; Pérez de Villarreal y Scotton 2022). Su empleo como herramienta para vehicular la concienciación ecológica del alumnado puede resultar una estrategia muy útil, especialmente en zonas cercanas a estas reservas naturales. De esta frase que se atribuye a Leonardo da Vinci “No se puede amar lo que no se conoce, ni defender lo que no se ama”, se puede deducir que es más fácil que el alumnado que conoce su entorno cercano, lo ame y se involucre en defender y protegerlo. A través del aprendizaje significativo se pretende que los docentes en formación logren interiorizar la metodología de modelación del conocimiento, así como la necesidad de promover una educación sostenible en sus futuros estudiantes de primaria, especialmente en entornos naturales cercanos y conocidos. Esta estrategia se alinea perfectamente con la EDS, tal como se extrae de la siguiente idea señalada por Stefanía Glanini, Subdirectora General de Educación de la UNESCO (2020):

Nos preguntamos cada vez más si lo que la gente aprende es realmente relevante para sus vidas, si lo que aprenden ayuda a asegurar la supervivencia de nuestro planeta. La educación para el desarrollo sostenible puede brindar los conocimientos, la conciencia y las acciones que empoderan a las personas para transformarse a sí mismas y transformar las sociedades (Glanini, 2020).

Todo ello abraza el aprendizaje significativo y el modelado del conocimiento que se exponen a continuación.

1.2. Aprendizaje significativo

El actual panorama educativo se enfrenta a una gran diversidad de estilos de enseñanza, metodologías y TIC. Si en las décadas anteriores predominaban los modelos conductistas y tradicionales, actualmente se aboga por modelos cognitivo-constructivistas (Khun, 1962; Kaiser, 2020; González, 2007). Dentro del modelo constructivista, y en la línea del constructivismo social, se ubica la teoría educativa del aprendizaje significativo sustentada por diferentes teóricos de la educación que aportan ideas complementarias. Según Gowin (1981), el aprendizaje se produce cuando el significado del material didáctico internalizado por el estudiante es el mismo que el significado que el profesor pretendía que tuviera para el alumnado. Para este autor existía una interacción triádica en el proceso de aprendizaje: profesor-alumno/a-material didáctico y diseñó una herramienta heurística y metacognitiva, denominada diagrama Vee, para representar el conocimiento teórico y práctico siguiendo los pasos de la metodología científica. Ausubel (2000) descubrió que el aprendizaje significativo podría adquirirse a través de representaciones, empleando conceptos a través de una base

teórica organizada y utilizando proposiciones que a su vez podrían ser subordinadas, superordenadas o combinatorias. Siguiendo con este enfoque, Novak y Gowin (1984) señalaron que existe un gran potencial de aprendizaje en los seres humanos que permanece sin desarrollar y que muchas prácticas educativas obstaculizan la expresión de esa capacidad. Para Novak (1998), el aprendizaje significativo se produce cuando interactúan cinco elementos: alumno/a, docente, conocimiento, contexto y evaluación. Cuando interactúan producen eventos educativos en los que pensamientos, sentimientos y acciones dan forma a un aprendizaje significativo que conduce al enriquecimiento humano.

1.2.1. Aprendizaje significativo sostenible

El aprendizaje significativo sostenible (Pérez de Villarreal, 2022) surge de la EDS y se refiere, por un lado, a su relevancia y, por otro, a su capacidad de prolongarse en el tiempo utilizando la educación para el desarrollo sostenible como eje transversal sobre el que se sustentan el resto de las materias educativas. Para ello, la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad-MedioAmbiente (CTSA) considera 3 enfoques:

- Una educación humanista que promueva la implicación personal, que involucre las emociones y los sentimientos y los considere tan importantes como los conocimientos y las habilidades cognitivas favoreciendo la conexión entre las ciencias y las humanidades.
- Una educación axiológica o en valores, que supone que cualquier materia científica puede enseñarse en el nivel de valores, planteando un problema, intentando no imponer los valores personales y ofreciendo procesos racionales para pensar científica y críticamente.
- Educación ambiental, que se ocupa de las relaciones humanas con su entorno natural y el creado por el ser humano (artificial) e incluye las relaciones entre la población, la contaminación, el transporte, la conservación, la tecnología, la planificación rural y urbana, la asignación y el agotamiento de recursos, y el cambio climático.

Asimismo, el aprendizaje cooperativo se convierte en una estrategia altamente efectiva al integrar factores tanto cognitivos como psicosociales. En los primeros se favorecen actividades que promueven el procesamiento de la información, la capacidad de pensamiento crítico, la capacidad de recibir y dar explicaciones, las discusiones orales, las habilidades comunicativas y la participación activa; en estos últimos se fomenta la motivación intrínseca y se facilitan controversias socio-científicas que promueven la curiosidad epistémica y la búsqueda activa de información, se favorecen actitudes positivas que aumentan la autoestima, reforzando el apoyo entre pares y la cohesión grupal y proporcionando el ejercicio del derecho democrático y de un liderazgo que permita al grupo tomar mejores decisiones (González, 2008; Pérez de Villarreal, 2022).

1.3 Modelado del conocimiento

En 2004, Cañas et al., mostraron cómo el software libre Cmap Tools (IHMC, Florida) que se puede descargar en el siguiente enlace (<https://cmap.ihmc.us>), permitía modelar el conocimiento mediante el diseño de mapas conceptuales (MMCC) supeditados unos a otros generando dimensiones de conocimiento más general y/o más específico, permitiendo a su vez, compartir entornos virtuales a través del diseño de MMCC interconectados. Proporcionaron una poderosa herramienta para trabajar tanto individualmente como en colaboración que permitió representar el conocimiento mediante el uso de mapas de conceptos y compartirlos con pares y colegas, favoreciendo discusiones epistémicas y conceptuales. Este procedimiento es accesible y gratuito para organizaciones educativas sin ánimo de lucro y se

han establecido servidores públicos para promover el intercambio de conocimientos. Respecto a nuestra institución (Universidad Pública de Navarra/UPNA), se puede acceder al servidor a través del siguiente enlace: cmap.unavarra.es. Esta estrategia de modelado de conocimiento ha sido desarrollada en un grupo de futuros docentes (profesores de primaria en formación) mediante la elaboración de un proyecto conjunto que busca fomentar la conciencia ecológica a través del uso de las reservas de biosfera de su entorno cercano.

1.4 Objetivos del proyecto

Los objetivos generales del proyecto fueron:

- Desarrollar conjuntamente un entorno de intercambio de modelos de conocimiento por parte de futuros docentes como método de enseñanza para una educación significativa sostenible.
- Utilizar las reservas de la biosfera como tema para el desarrollo de una educación sostenible
- Compartir el material didáctico sobre reservas de biosfera para uso de otros docentes y docentes en formación para promover la sostenibilidad.

Para este último propósito, cada grupo tuvo que decidir si quería o no compartir su propio material didáctico con otros profesores y profesores en formación. Para ello, todos los integrantes de cada grupo debían firmar un formulario que les proporcionó la profesora en el que estaban de acuerdo. El requisito fue que, si sólo uno de los miembros no se mostraba conforme, este material no podía compartirse.

Objetivos específicos:

- Adquirir competencias básicas, generales y específicas de la asignatura "Teaching the natural sciences/ Didáctica de las ciencias naturales" de 2º curso del Programa Internacional del Grado de Maestro en Educación Primaria.
- Crear un modelo de conocimiento relacionado con una reserva de la biosfera de uno de los 5 continentes seleccionada por cada grupo.
- Desarrollar habilidades de liderazgo interpersonal y personal.
- Desarrollar habilidades comunicativas en la defensa oral del proyecto.
- Analizar el efecto de esta metodología los resultados de aprendizaje del alumnado.

2. Metodología

La experiencia educativa que se presenta en este artículo fue desarrollada con 43 alumnos/as (distribuidos en 9 grupos medianos) del Programa Internacional del Grado de Maestro de Educación Primaria en la UPNA en el año 2022-2023, en el marco de la asignatura de 2º curso "Teaching the natural sciences/ Didáctica de las ciencias naturales".

La consigna proporcionada fue desarrollar un proyecto conjunto de modelos de conocimiento basados en unidades didácticas (UD) sobre reservas de la biosfera de los cinco continentes, empleando la metodología del modelado de conocimiento y el aprendizaje significativo sostenible como vehículos que nos dirigen hacia la EDS. La selección del continente fue al azar para cada grupo y después, ya con el continente seleccionado, cada grupo debía elegir la reserva de la biosfera que más le interesaba de ese continente.

El proceso de enseñanza-aprendizaje duró 10 sesiones en total, de 2 horas cada una. Inicialmente, a lo largo de dos clases aprendieron a elaborar MMCC a partir de un texto sencillo de ciencias naturales elegido por la docente. Para ello, solo necesitaron un folio y un lápiz y se les proporcionó información teórica sobre cómo elaborar los mapas. Posteriormente, en la tercera clase, se descargaron el software libre Cmap Tools (IHMC, Florida) y aprendieron

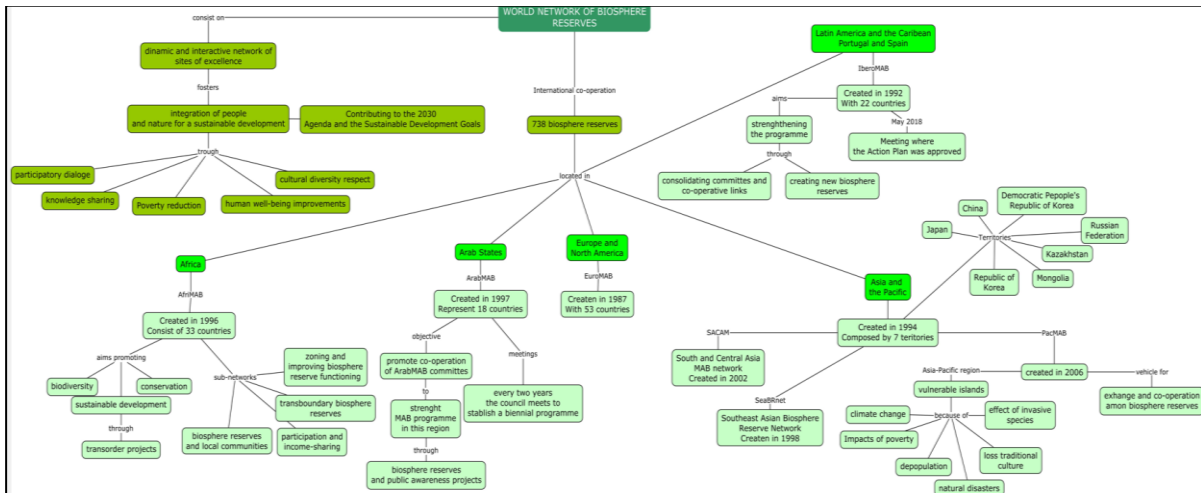
a manejarlo a nivel básico creando MMCC rudimentarios sobre textos relacionados con reservas de la biosfera. A partir de la cuarta sesión y ya con las instrucciones sobre el diseño de los modelos de conocimiento, cada grupo seleccionó una reserva de la biosfera del continente elegido al azar y desarrolló una sobre la misma para poder ofrecerlo a escuelas cercanas a la reserva de la biosfera, de modo que pudieran implementarla con su alumnado de educación primaria. Para la evaluación se empleó una rúbrica doble que analizaba, por un lado, la defensa oral del proyecto y por otro, los apartados de la UD exigidos en la asignatura (Diagrama UVE y/o árbol de conocimiento, teorías pedagógicas, filosofía, contexto escolar, objetivos, contenidos o saberes básicos, metodología, actividades, evaluación, información para el profesorado y reflexión personal). También se analizó la reflexión personal sobre el proceso de aprendizaje realizada por cada grupo. Se tuvo en cuenta la asistencia y motivación del alumnado, así como los resultados de aprendizaje logrados.

Tabla 1.

Tabla de desarrollo de sesiones para la elaboración del proyecto

| Data | Work to do |
|--|--|
| 14 th March | Read the recommendations for designing Concept maps (CM) and Knowledge Models (KM) |
| 16 th March | Design a CM from a given text. Discuss the CM among the members of the group and present it in class for a general discussion |
| 21 st March | Download Cmap Tools from: https://bit.ly/3L0tOkU Learn how to design CM with the software using texts related to biosphere reserves. |
| 23 rd March | Explanation of the project: biosphere reserves of the randomly selected continent. Selection of the continent and the biosphere reserve. Inquire about schools in the nearby. |
| 24 th March | Design of the Tree of Knowledge/ Vee diagram of the biosphere reserve selected. |
| 30 th March | Design of the teaching unit: context, timetable |
| <i>Theoretical Exam, Easter Holidays, Practices 1</i> | |
| 4 th May | Design of the teaching unit: objectives (general, specific ones), contents (basic knowledges). |
| 9 th May | Design of the teaching unit: create a learning situation (Introductory activities) |
| 11 th May | Design of the teaching unit: developmental and closing activities. |

Mapa conceptual elaborado por el grupo 1 sobre la Red Mundial de las Reservas de la Biosfera con el software Cmap Tools.

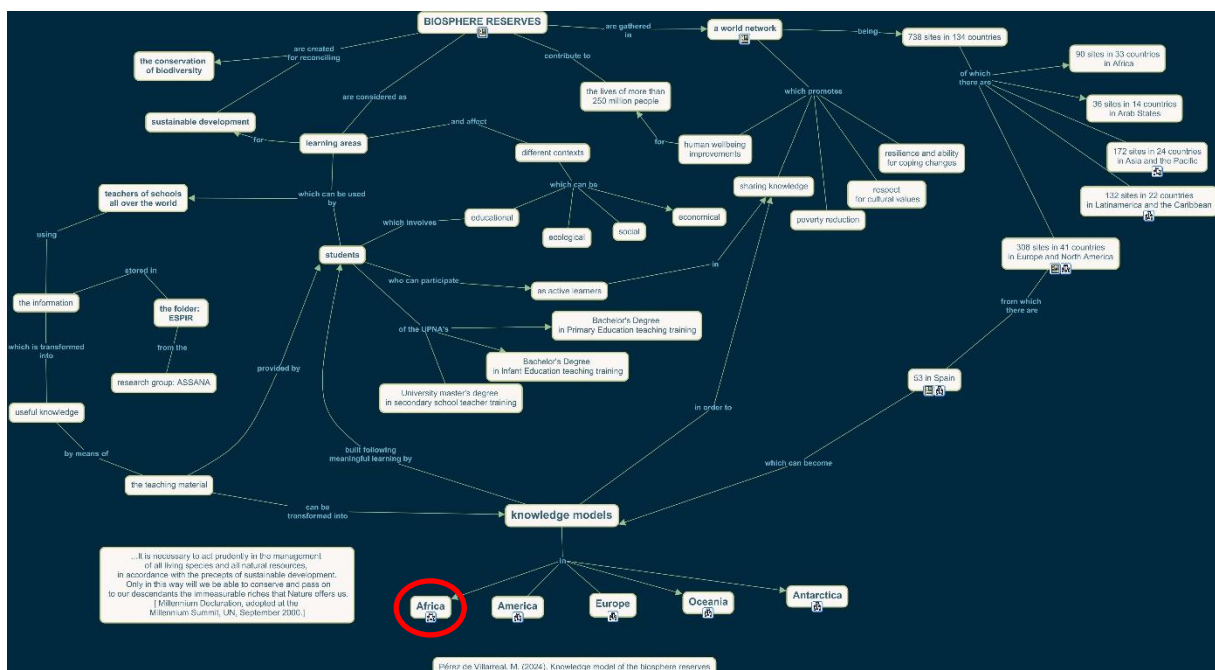


Fuente: Elaboración del grupo 1 (2024).

En la fase final el alumnado de cada grupo elaboró una UD sobre una reserva de la biosfera concreta, enlazándose todas ellas en un modelo de conocimiento sobre estos reservorios mundiales (<https://bit.ly/4eGjL3F>).

Figura 3.

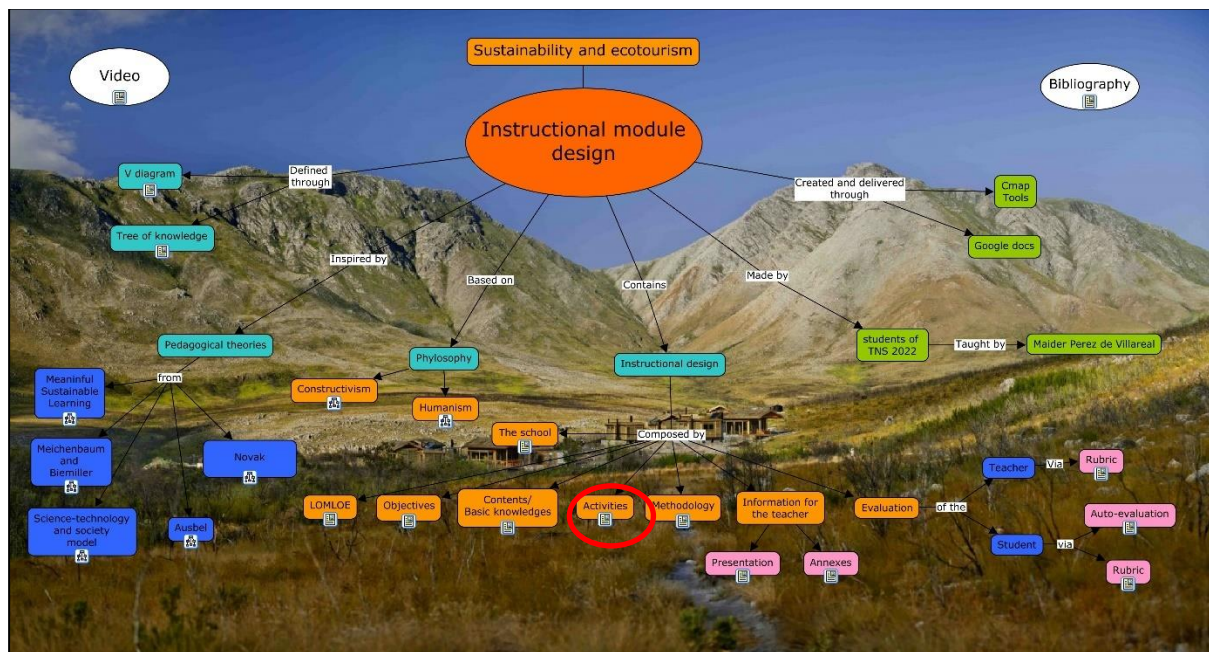
Modelo de conocimiento de las reservas de la biosfera mundiales que congrega todas las UD's elaboradas por el alumnado en la sección "Knowledge Models" y en cada uno de los continentes. Todos ellos pueden desplegarse al hacer clic en el icono debajo de cada continente y añadiendo como nombre de usuario y contraseña: *epsir*. Accesible en: <https://bit.ly/4brDojE>



Fuente: Elaboración propia (2024).

Si se hace clic en el concepto “África” (señalada con un círculo rojo), se puede desplegar el proyecto realizado por el grupo 6 sobre sostenibilidad y ecoturismo, que a su vez contiene numerosos recursos accesibles para el usuario y conformar de este modo, un modelo de conocimiento que contiene todos los ingredientes para enseñar al alumnado de educación primaria de cualquier zona del planeta, aunque evidentemente, por cercanía, tendría más efecto en escuelas de primaria cercanas a la reserva de la biosfera seleccionada de Sudáfrica. Al elaborar este proyecto el alumnado ha trabajado cooperativamente y ha desarrollado las competencias necesarias para desempeñar su trabajo como docentes en un futuro. A lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje han elaborado materiales didácticos conceptualmente transparentes y se han regido por los principios del aprendizaje significativo sostenible. Este modo de aprender haciendo, es el germen del futuro aprendizaje ligado a los 17 ODS de la Agenda 2030.

Figura 4. Modelo de conocimiento elaborado por el grupo 6 y que contiene todos los recursos asociados de la UD y que pueden desplegarse al hacer clic en los iconos debajo de los conceptos empleando como nombre de usuario y contraseña: *espír*. Accesible en: <https://bit.ly/4chfpop>




Fuente: Elaboración del grupo 6 (2024).

Al desplegar cada icono, aparece el material elaborado por el alumnado, como, por ejemplo, en Actividades (izquierda) y escuela elegida (derecha):


Figura 5.

Materiales elaborados y recursos aportados por el alumnado del grupo 6 en su proyecto, que se despliegan de los conceptos concretos de Actividades y Escuela, conformando un modelo de conocimiento.

| Development activities | |
|------------------------|--|
| Title | 3. Explore activity |
| Description | This activity, as its name suggests, will allow students to discover and investigate the space set aside for this activity. The boundaries will be clearly marked and the students already have the information on dangerous species (given in the presentation activity). Students will be provided with a blank map of the area, and should mark interesting places, plants or scents in the form of a drawing on the map. |
| Spaces | A delimited and secure area of Kogelberg Biosphere Reserve, South Africa |
| Time | A full school day |
| Resources | Blank map, felt-tip pen, compass and notebook |
| Groups | Small group, 4-5 students |
| Anex |  |
| Cross-cutting themes | <ul style="list-style-type: none"> - Biodiversity - Environmental awareness - Conservation - Exploration |
| Evaluation | The evaluation of this activity will be continuous, culminating in the final project. |

The Gordom's Bay Primary school is located in Avondrus ST, Gordon's Bay Central, Cape Town, 7140. Around the school there is a sports center where children can sign in and choose among many of the clubs offered. Near the school there is Temperance Town Primary school with which we do friendly competitions.

The school has Natural resources within reach, on the one hand there are the mountainous views from which we can learn the local habiting species. On the other side of the school there is the sea from which we can learn aquatic sports and the different animals that live in it.



SOCIO-CULTURAL CONTEXT OF THE FAMILIES

The students' families attending this school come from various places, they come from Gordon's Bay itself and from other villages around. Some of the students' parents are from Ciudad del Cabo. Although there is a great diversity in terms of the schools social status, the predominance is that the families are more on the rich side since the price of the school per month is 720R per child.

There is a diversity of people attending the school. In order to help parents and students that are in more danger the school started MOOMPI program. In this program, which is run by volunteer parents, there are activities such as 2nd hand school clothes sales or collection of donations for stationary and toiletries.

CHARACTERISTICS OF THE SCHOOL

Fuente: Materiales elaborados por el grupo 6 (2024).

Para la evaluación del proyecto se elaboró una rúbrica doble (exposición oral del proyecto y trabajo completo con los elementos propios de la UD) (Pérez de Villarreal, 2022). De los 9 grupos analizados, las calificaciones fueron 22,2% sobresaliente, 33,3% notable alto y 44,4% notable bajo. Es destacable que los resultados de aprendizaje han sido superiores a otras asignaturas del curso y grupo. La asistencia del alumnado también ha sido superior a otras asignaturas del curso y grupo, con una media de 59,3% en las sesiones finales del proyecto, que coinciden con los exámenes de otras asignaturas, lo cual induce a pensar en la motivación del alumnado al desarrollar el proyecto. El proyecto en sí, forma parte de la actividad final de la asignatura y posee el mayor valor porcentual respecto al resto de actividades formativas evaluadas. La nota final del alumnado se obtiene tras la suma de la evaluación de cada actividad realizada a lo largo de la asignatura, ya que el aprendizaje significativo se adquiere progresivamente y la evaluación es formativa y sumativa.

El alumnado ha realizado reflexiones personales, algunas de las cuales han sido muy profundas y denotan un ejercicio de metacognición elevado y de autorregulación en el aprendizaje:

Figura 6.

Reflexiones presentadas por grupos de alumnos/as respecto al proyecto desarrollado.

REFLECTION

While doing this project we learned that there are various aspects to have in mind when creating an instructional design.

- We learned how to relate our activities to the curriculum's standards.
- We also learned how to use other apps such as CMAPTOOLS.
- How to create a Vee diagram, concept maps and tree of knowledge
- About significant learning
- How to adapt interesting activities to an environmental issue
- About the use of local resources to create learning situations
- How to evaluate these activities
- How to choose a methodology having in mind the activities.

While the process at first was a bit confusing, that is using cmap as a way to centralize the didactic unit. The end result is very clear and readily understandable and the learning we have gained from this work more than outweighs the drawbacks and confusion it may have caused.

What we have liked the most has been the contextualization of the project, that being in a far away location that we have to research and adapt to. This limitation has made us realize that our local surroundings, although they may seem normal to us, hide a lot of learning situations that can be used to our advantage to make the subject of the natural sciences more engaging to our students.

The following is the rubric of auto evaluation of the group and, although some aspects could have been improved (such as communication throughout, instead of just at the very end), overall the work dynamic has been good and we have been very productive in the end.

Accesible en: <https://bit.ly/3XDpOX5>

Fuente: Elaboración de los grupos 9 y 6 (2024).

Ambas reflexiones son muy interesantes porque reflejan un ejercicio de autorregulación y de madurez como grupo para concluir el proyecto y extraer las ideas principales.

Por un lado, el grupo 9 se centra en las conclusiones que cree obtendrán al implementar esta UD con el alumnado de primaria, situándose en el rol de profesores. Destacan la comprensión de valores cívicos como respeto, responsabilidad, empatía y justicia; la apreciación de la biodiversidad de Patagonia y la interconexión entre especies para un mantenimiento saludable del medioambiente; concienciación sobre prácticas sostenibles y conservación del patrimonio natural; adquisición de compromiso cívico para comprender el impacto de las acciones individuales en la comunidad y el entorno natural; empoderamiento para el cambio, mediante el que los estudiantes desarrollarán planes de acción e iniciativas para contribuir a la preservación del patrimonio patagónico; fomento de habilidades de comunicación y colaboración que ayuden a expresar ideas, a una escucha activa y a trabajar conjuntamente para la obtención de objetivos comunes; finalmente, reflexión y crecimiento al reconocer su aumento de concienciación y responsabilidad de valores cívicos y de protección del entorno natural;

Por otro lado, la reflexión del grupo 6 se realiza desde el punto de partida como estudiantes de grado y finaliza también en este rol. No obstante, esta reflexión muestra un ejercicio de autoanálisis como grupo y de autorregulación del proceso de enseñanza-aprendizaje que acompañará al alumnado en su formación docente y en su futuro desempeño profesional. Dice literalmente (traducción):

“En este proyecto hemos aprendido que hay que tener en cuenta varios aspectos a la hora de crear un diseño didáctico. Aprendimos varios aspectos de gran utilidad para nuestra formación como maestros/as:

- Relacionar nuestras actividades con los estándares del plan de estudios.
- Utilizar otras aplicaciones educativas como CMAPTOOLS.
- Crear un diagrama de Vee, mapas conceptuales y árbol del conocimiento
- Profundizar en los principios del aprendizaje significativo
- Adaptar actividades interesantes a un tema medioambiental
- Emplear recursos locales para crear situaciones de aprendizaje
- Evaluar estas actividades
- Elegir una metodología teniendo en cuenta las actividades.

Si bien el proceso de utilizar Cmap Tools para centralizar la UD al principio fue un poco confuso, el resultado final es muy claro y fácilmente comprensible y el aprendizaje que hemos obtenido de este trabajo compensa con creces los inconvenientes y la incertidumbre inicial que haya podido causar.

Lo que más nos ha gustado ha sido la contextualización del proyecto, el estar en un lugar lejano sobre el que tenemos que investigar y adaptarnos. Esta limitación nos ha hecho darnos cuenta de que nuestro entorno local, aunque nos parezca normal, esconde un montón de situaciones de aprendizaje que pueden ser utilizadas a nuestro favor para hacer la asignatura de ciencias naturales más atractiva para nuestros alumnos.

En la rúbrica de autoevaluación del grupo mostramos algunos aspectos que podrían haberse mejorado (como la comunicación durante todo el tiempo, en lugar de sólo al final), pero en general, la dinámica de trabajo ha sido buena y hemos sido muy productivos.”

El aprendizaje significativo que se enseña teóricamente en la asignatura Teaching the Natural Sciences (TNS) al alumnado de 2º curso del Grado de maestro en educación primaria, se lleva a cabo en la práctica mediante el diseño de este proyecto didáctico teórico que debe cumplir los principios del mismo y dirigir al alumnado desde un rol de estudiante de grado, a un rol de futuro profesor/a de primaria, realizándose una trasposición didáctica que conlleva un proceso de comprensión profunda por parte del alumnado. El proyecto se evalúa con una rúbrica doble (defensa oral, por un lado, y contenido del proyecto, por otro), pero es una parte (25%) de la nota global de la asignatura TNS, junto con otras actividades prácticas formativas como reflexiones sobre la educación del siglo XXI, pósteres de artículos científicos sobre enseñanza de ciencias, dramatización, asistencia al Planetario y el examen. El resultado del proceso formativo en el aprendizaje significativo se deriva de la nota final obtenida por el alumnado, obteniendo resultados académicos superiores al del mismo grupo en otras asignaturas.

4. Discusión

La metodología de Modelado del Conocimiento es una herramienta muy poderosa y visual que se puede aplicar en la educación, pero también en otros campos. Puede ser muy útil para futuros docentes ya que les permite crear colaborativamente sus propios materiales didácticos (cocreando una red de conceptos de conocimiento y diseñando actividades didácticas secuenciadas) de manera significativa, añadiendo cualquier tipo de recursos para complementarlos, y evitando conceptos erróneos, ya que permite construir el conocimiento propio de cada uno de forma no arbitraria (González, 2008; Pérez de Villarreal, 2022).

Tal como se deriva de las reflexiones de los y las estudiantes, en un principio, al tratarse de una actividad tan abierta, puede generar confusión y/o incertidumbre a la hora de abordarla, lo que se traduce en sesiones con numerosas preguntas y en una participación más activa por parte del profesorado para proporcionar respuestas y guiar al alumnado. Una vez comprenden el propósito del proyecto, se afanan con entusiasmo y trabajan de manera cooperativa y dinámica. Al tratarse de un proceso, debe considerarse un número determinado de sesiones (no inferior a 7) para su desarrollo y precisa que el profesorado se muestre accesible y responda a todas las dudas y proporcione ideas al alumnado. La debilidad de esta metodología puede ser la confusión inicial que derive en una falta de conexión con el alumnado, ya que este momento es crítico para la motivación y entusiasmo del alumnado y para que el resultado final del proyecto sea positivo. Otro aspecto a tener en cuenta es que el alumnado no está habituado a trabajar de este modo y la comparación con cómo se desarrollan otras asignaturas puede

causarle cierta incomodidad al principio.

El hecho de seleccionar el tema “Reservas de la Biosfera” dentro de la asignatura TNS permite a los estudiantes centrarse en ecosistemas realistas del entorno natural que les conecta con sus emociones y motivación para un propósito más amplio: en este caso, proporcionar material didáctico a escuelas de primaria cercanas a la reserva de la biosfera elegida. Solo un grupo consiguió contactar con una escuela de Oceanía, y esta limitación puede deberse al escaso tiempo dedicado al desarrollo del proyecto.

Asimismo, esta forma de Aprendizaje Significativo Sostenible apoya el aprendizaje cooperativo y fomenta habilidades intra e interpersonales en los estudiantes (docentes en formación) considerando que el aprendizaje ocurre cuando las emociones, los sentimientos y los pensamientos juegan juntos. Del mismo modo se puede afirmar que el Aprendizaje Significativo Sostenible podría considerarse una estrategia enmarcada dentro de la EDS ya que cumple con los aspectos señalados por la UNESCO (2020) para fomentar este tipo de educación con una visión holística (contenido de aprendizaje, pedagogía y entorno de aprendizaje, transformación de la sociedad, resultados de aprendizaje).

La utilidad de esta metodología debe analizarse desde dos perspectivas:

- Primero desde la perspectiva del profesorado en formación, ya que representa el desarrollo de sus conocimientos que deben ser transmitidos a sus alumnos de educación primaria. En este caso (el único que analizamos en este artículo), el comienzo suele ser duro, ya que los estudiantes no están acostumbrados a aprender de esta manera y siempre hay una ligera desgana hacia lo nuevo y desconocido. Sin embargo, a lo largo del proceso, cuando empiezan a ver los efectos de su propia creación, su actitud cambia y acaban muy entusiasmados con el proyecto y el resultado final. Tras la evaluación se demuestra que adquieren todas las competencias de la asignatura para ser docentes de educación primaria.

- En segundo lugar, desde la perspectiva de los estudiantes de educación primaria que, como en una poderosa cascada, deberían aprender de manera significativa gracias a esta forma de enseñar de sus docentes (en este caso, los estudiantes de grado de maestro). Esta debería ser la prueba de fuego, es decir, el comprobar si los estudiantes de primaria aprenden significativamente sobre sostenibilidad utilizando las reservas de biosfera como núcleo de la educación ambiental. Lamentablemente esta parte no puede ser analizada en este trabajo ya que la asignatura “Teaching the natural sciences” finaliza con el desarrollo del proyecto y no existe otra asignatura que le dé continuidad en su implementación práctica en las escuelas, que sería lo ideal.

En cuanto al material didáctico, es gratuito para cualquier profesor interesado y puede utilizarse para democratizar la escuela a través de experiencias de aprendizaje-servicio, fomentar una red entre la universidad y la escuela para una retroalimentación real entre profesores y estudiantes independientes y para promover una verdadera sostenibilidad. La educación sostenible, es imprescindible para promover la conciencia ambiental y orientar a la humanidad hacia un nuevo sistema social, productivo y económico, como si fuera la semilla de la sostenibilidad que debe germinar para la homeostasis del planeta Tierra.

5. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas corroboran que el Aprendizaje Significativo Sostenible puede ser una metodología muy adecuada para:

- Integrar del aprendizaje en contextos significativos para el alumnado de manera conjunta.

- Fomentar la conexión del alumnado con la temática de las reservas de la biosfera y la protección de espacios naturales.
- Estimular la colaboración y el trabajo en equipo
- Empoderar al alumnado de modo que continúen aprendiendo de manera autónoma y sostenible a lo largo de sus vidas.
- Compartir el material didáctico para uso de otros docentes en formación.
- Desarrollar habilidades de liderazgo interpersonal y de habilidades comunicativas, imprescindibles para el trabajo colaborativo y cooperativo.

6. Referencias

- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Kluwer Academic Publishers.
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Gómez, G., Eskridge, T. C., Arroyo, M. y Carvajal, R. (2004). *Cmaptools: a Knowledge modeling and sharing environment*. En A. J. Cañas, J. D. Novak y F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (pp. 125-134). Universidad Pública de Navarra.
- González, F. (2008). *El mapa conceptual y el diagrama UVE. Recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI*. Narcea.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Cornell University Press.
- Kaiser, D. (2020). *Quantum legacies: dispatches from an uncertain world*. University of Chicago Press.
- Khun, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.
- Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. (s.f.). *Reservas de la biosfera*. <https://bit.ly/3zjd261>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. (2020). *Origen del coronavirus SARS-CoV-2*. <https://bit.ly/4csqC5H>
- Monné Bellmunt, A. y Porté Porté, C. (2022). The improvement of the biosphere: a challenge in teacher training. *VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review/ Revista Internacional de Cultura Visual*, 12(5), 2-8. <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3783>
- Naciones Unidas. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Alianza Editorial.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). *Educación para el desarrollo sostenible. Hoja de ruta*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Addressing climate change*. <https://bit.ly/4eFCUcq>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Education for climate action*. <https://bit.ly/3VzOoFC>
- Oxfam Intermón. (s.f.). *Cambio climático. ¿Cómo combatirlo en tu día a día?*. <https://bit.ly/3Wax9fX>
- Pérez de Villarreal, M. (2022). *Nuevas estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior. Aprendizaje significativo sostenible*. Octaedro.
- Pérez de Villarreal, M. y Scotton, P. (2022). Knowledge models on biosphere reserves for visual and sustainable meaningful learning in Pre-service teachers: Quo Cadis Visual Pedagogies?. *Video Journal of Education and Pedagogy*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.1163/23644583-bja10033>
- Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Versión 1)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- UNESCO ASPnet. (5 de junio de 2019). *UNESCO Associated Schools 4 Climate-Documentary* [Video]. YouTube. <https://bit.ly/3S1pLRL>

AUTOR/ES:

Maidier Pérez de Villarreal Zufiaurre

Universidad Pública de Navarra, España.

Maidier Pérez de Villarreal es profesora contratada doctora de Didáctica de Ciencias Experimentales en la Universidad Pública de Navarra. Posee tres sexenios y 2 quinquenios docentes. A lo largo de su trayectoria investigadora ha realizado numerosas estancias en centros nacionales e internacionales de prestigio, ha participado en numerosos proyectos nacionales e internacionales, ha publicado 24 artículos en revistas científicas indexadas, dos libros, más de 38 capítulos de libro y ha participado en más de 40 congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido más de 50 Trabajos Fin de Grado y de Máster. Imparte docencia en los grados de maestro en educación infantil y primaria (euskera e inglés) y en el Máster de formación de profesorado de secundaria.

maider.perezdevillarreal@unavarra.es

Índice H: 9

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5590-5064>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202277965>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=-5K250YAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Maider-Perez-De-Villarreal-2>

AD Scientific Index: https://www.adscientificindex.com/scientist_print.php?id=4337973