



**LA GEOINFORMACIÓN EN LA EDUCACIÓN  
PARA LA SOSTENIBILIDAD  
INTEGRANDO LOS PRINCIPIOS DE ROSENSHINE  
Situaciones de aprendizaje**

M.<sup>a</sup> Luisa de Lázaro Torres  
Miguel Ángel Puertas Aguilar  
(Coords.)



*La geoinformación en la educación para la sostenibilidad integrando los principios de Rosenshine. Situaciones de aprendizaje.*

© Editores: María Luisa de Lázaro Torres, Miguel Ángel Puertas Aguilar

© Autores: M.<sup>a</sup> Luisa de Lázaro Torres, Miguel Ángel Puertas Aguilar, Rosa María Mateo Girona, Ana Belén Calvo Ruiz, Beatriz Camús Valdeolivas, Antonella Clara, Margarida Coll Sabater, Fabián García Hernández, Inés Giménez Delgado, Javier Martínez Álvarez, Rubén Palacios Lázaro, María Teresa Peláez Domínguez, Alba Quesada Sánchez, Paula Saavedra Trigueros, Arturo Sánchez Sanz, Estefanía Torralba Gómez, Desiré Vico Marrero.

Maquetado y revisado por los autores

Madrid, 2022

ISBN electrónico: 978-84-362-7780-7

Edición digital: octubre de 2022



Este contenido responde a la difusión del proyecto *Innovative Pedagogies for Teaching with Geoinformation (GI-Pedagogy)* (2019-1-UK01-KA203-061576) de 40 meses de duración (01-09-2019 al 31-12-2022) coordinado por la Universidad londinense de Saint Mary, Ti. KA2 - Cooperation for Innovation and the Exchange of Good Practices. KA203 - Strategic Partnerships for Higher Education. (I.P. UNED M.L. de Lázaro, colaboradora de la Cátedra Unesco de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la UNED). Cofinanciado por la Comisión Europea.

En materia de sostenibilización curricular, se ha contado con la asesoría de la Cátedra Unesco de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la UNED, a través del Proyecto “La alfabetización ecosocial: un elemento central en los procesos de sostenibilización curricular para el logro de la Agenda 2030 (ODS) en la formación inicial del profesorado”. PRAD-ODS (RTI2018-095746-B-I00), financiado por la Convocatoria 2018 de proyectos de I+D+i «Retos investigación», del Programa Estatal de I+D+i orientada a los retos de la sociedad, en el marco del Plan Estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2017 -2020. Duración: desde 01.01.2019 hasta 30.09.2022. I.P. M.<sup>a</sup> Ángeles Murga-Menoyo.

Este libro refleja únicamente la opinión de sus autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.



 Cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea



CÁTEDRA UNESCO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE



## ÍNDICE

|  |            |
|--|------------|
| <i>La geoinformación en la educación para la sostenibilidad integrando los principios de Rosenshine. Situaciones de aprendizaje.</i> .....                               | 2          |
| <b>1. Introducción</b> .....   | <b>6</b>   |
| 1.1. Los principios de Rosenshine.....   | 6          |
| 1.2. Educar para la sostenibilidad.....  | 8          |
| 1.3. La geoinformación en la docencia .....  | 9          |
| 1.4. El modelo GI-Pedagogy .....   | 10         |
| <b>2. Situaciones de aprendizaje</b> .....   | <b>11</b>  |
| <b>2.1. Geografía Física</b> .....   | <b>11</b>  |
| 2.1.1. “Alto al Fuego”. Proyecto educativo orientado a la prevención de incendios forestales. ....   | 12         |
| Por Arturo Sánchez Sanz.....   | 12         |
| 2.1.2. Riesgos geológicos. Los SIG como herramienta de análisis de factores de riesgo y prevención. ....   | 32         |
| Por Fabián García Hernández.....   | 32         |
| 2.1.3. Los riesgos naturales. Sismicidad y vulcanismo en el archipiélago canario. Exploración empleando SIG. ....  | 45         |
| Por Desiré Vico Marrero .....  | 45         |
| 2.1.4. La amenaza climática.....   | 57         |
| Por Javier Martínez Álvarez .....  | 57         |
| <b>2.2. Geografía de la Población</b> .....  | <b>67</b>  |
| 2.2.1. Población y poblamiento en España. Distribución de la población.....  | 68         |
| Por Rosa M.ª Mateo Girona.....   | 68         |
| 2.2.2. La población mundial: modelos demográficos y desigualdades espaciales.....  | 82         |
| Por Paula Saavedra Trigueros .....   | 82         |
| 2.2.3. Distribución y estructura de la población ¿vivimos en un mundo envejecido? .....  | 100        |
| Por Alba Quesada Sánchez.....  | 100        |
| <b>2.3. Geografía Urbana</b> .....   | <b>112</b> |
| 2.3.1. La ciudad.....  | 113        |
| Por Antonella Clara.....   | 113        |
| 2.3.2. Creando mi ciudad sostenible – 1. Características del espacio .....   | 127        |
| Por M.ª Estefanía Torralba Gómez .....   | 127        |
| 2.3.3. Las ciudades. Desarrollo urbano sostenible a través de la educación. ....   | 144        |
| Por Beatriz Camus Valdeolivas.....   | 144        |
| 2.3.4. La forma de la ciudad .....   | 155        |
| Por Rubén Palacios Lázaro.....   | 155        |
| <b>2.4. Geografía Económica</b> .....  | <b>165</b> |
| 2.4.1. Las desigualdades económicas en el mundo .....  | 166        |
| Por María Luisa de Lázaro Torres .....   | 166        |
| 2.4.2. Sectores económicos, paisajes naturales y las interrelaciones naturaleza-sociedad en España y Aragón. La huella antrópica y caminos hacia la sostenibilidad. .... | 175        |
| Por Inés Giménez Delgado.....  | 175        |
| 2.4.3. La agricultura sostenible.....  | 189        |
| Por Ana Belén Calvo Ruiz .....   | 189        |
| 2.4.4. Las energías renovables a través de mapas y gráficos.....   | 200        |
| Por Margalida A. Coll Sabater .....  | 200        |
| <b>2.5. Geografía Política</b> .....   | <b>215</b> |
| 2.5.1. Geopolítica.....  | 216        |
| Por Miguel Ángel Puertas Aguilar.....  | 216        |
| <b>2.6. Cartografía</b> .....  | <b>225</b> |
| 2.6.1. Las representaciones cartográficas: ahora y antes.....  | 226        |
| Por María Teresa Peláez Domínguez.....   | 226        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3. Plantilla para programar situaciones de aprendizaje .....</b> | <b>239</b> |
| <b>4. Plantilla para evaluar situaciones de aprendizaje.....</b>    | <b>245</b> |
| <b>5. Referencias.....</b>  | <b>247</b> |

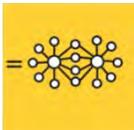
# 1. Introducción

La comprensión de la realidad territorial resulta favorecida por la existencia de un rico material en la nube sobre la misma que favorece su visualización, como son las SIG Web. Existe una amplia literatura de investigadores, profesores universitarios, formadores de profesores y profesores de secundaria cuya investigación y experiencia así lo avalan (Álvarez-Otero, 2020; Buzo et al., 2022; Fargher, 2018; Puertas et al., 2022; Zwartjes y De Lázaro, 2019, entre otros). Todos ellos muestran su preocupación sobre las pedagogías más adecuadas para su implantación, siguiendo el vertiginoso avance de la tecnología. Las técnicas docentes más empleadas son el método indagatorio y el aprendizaje basado en problemas (Álvarez-Otero y De Lázaro 2018; Buzo, 2021; Digan, 2019; Kerski, 2011; Sebastián y De Miguel, 2017). Sin embargo, en el Reino Unido son los principios de Rosenshine (2012) reforzados por el análisis de Sherrington (2019) los que están siendo adoptados por la mayoría del profesorado. Ahondando en esta tendencia, se está aplicando en la enseñanza de la geografía integrando mapas web en visores y en SIG Web, como la de ArcGIS Online (ESRI), que es un ecosistema de programas que responden a cualquier necesidad de análisis y conocimiento territorial.

Estos principios se basan por un lado en la investigación de la ciencia cognitiva, estudiando cómo el cerebro adquiere y utiliza la información, y por otro, en la observación de la práctica en el aula de profesores expertos cuyos estudiantes tienen un gran éxito en los resultados de su aprendizaje. Para ello, se buscan métodos de instrucción basados en apoyos y andamiaje cognitivo para el aprendizaje, a lo que ayudarán las preguntas de comprensión. El alumnado se irá introduciendo poco a poco en tareas cada vez más complejas. Así, tras aprender los conocimientos básicos, se recomiendan las actividades experienciales, realizadas con SIG Web principalmente, para comprobar con evidencias lo que el estudiante va aprendiendo.

## 1.1. Los principios de Rosenshine

Estos principios no son una lista de comprobación, sino una guía que pretende proporcionar el contexto para un aprendizaje eficaz. No es necesario seguirlos de forma lineal.

| Principio | Descripción / Ejemplos GIS   | Icono   |
|-----------|--|---|
| 1         | <b>Rosenshine 1 – Revisión (diaria)</b><br>Ideas previas. Comience cada lección con una repetición o recuperación del aprendizaje anterior (conceptos clave y esquema). La repetición regular refuerza lo aprendido y conduce a un recuerdo más espontáneo. Esto será la base para el aprendizaje actual.                                    |  |
| 2         | <b>Rosenshine 2 - Nuevos materiales en pequeños pasos</b><br>Presente los materiales de aprendizaje poco a poco.<br>Los SIG están muy bien situados para satisfacer esta necesidad, por ejemplo, el cambio de capas para reducir la sobrecarga del "mapa"; el conocimiento procedimental requiere muchos pasos pequeños.                     |  |
| 3         | <b>Rosenshine 3 - Hacer preguntas inteligentes</b><br>Conecte el nuevo material de aprendizaje con los conocimientos previos y su práctica.<br>Los profesores deben hacer muchas y buenas preguntas para asegurarse de que los alumnos reflexionan profundamente sobre el material. La memoria es "el residuo del pensamiento" (Willingham). |  |
| 4         | <b>Rosenshine 4 - Proporcionar modelos (modelización)</b><br>Los alumnos pueden centrarse en los pasos para resolver un problema. Cuando se enseñan las destrezas procedimentales del SIG, el modelado es esencial y los alumnos necesitan "ver cómo es lo bueno"; "efecto de ejemplo trabajado".  |  |

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| <p><b>5</b></p>  | <p><b>Rosenshine 5 - Guiar la práctica del estudiante</b></p> <p>Los mejores profesores dedican mucho tiempo a supervisar la práctica/aprendizaje de sus estudiantes con el nuevo material.</p> <p>Supervisar la práctica de los alumnos; asegurarse de que se mantiene la confianza y se reducen al mínimo los errores y las concepciones erróneas son elementos esenciales en la práctica docente. El uso de la retroalimentación; las preguntas fértiles, y el seguir las fases siguientes: Yo hago, nosotros hacemos, tú haces. El "yo hago" obliga a seguir una serie de pasos realizados por el profesor que explica cómo realizar el proceso. A continuación, "nosotros hacemos", el profesor ayuda a sus alumnos proporcionándoles andamios, como indicaciones o procedimientos parcialmente completados. Por último, en la etapa "tú haces", tus alumnos realizan el procedimiento o demuestran su comprensión por sí mismos.</p> |    |
| <p><b>6</b></p>  | <p><b>Rosenshine 6 - Comprobar la comprensión del estudiante</b></p> <p>Comprobando esa comprensión constantemente, los alumnos pueden aprender empleando el material y con menos errores.</p> <p>El control sistemático del aprendizaje tiene el objetivo de garantizar que ese aprendizaje de los alumnos es preciso, para que no se arraiguen los conceptos erróneos. Es especialmente importante comprobar los esquemas o mapas mentales. Los SIG pueden utilizar la doble codificación.</p>   |    |
| <p><b>7</b></p>  | <p><b>Rosenshine 7 - Obtener una alta tasa de éxito / resultados</b></p> <p>Aspirar a que los alumnos experimenten aproximadamente un 80% de éxito en los ejercicios, cuestionamientos... y que no sea demasiado fácil (95-100% de éxito), de forma que el reto sea suficiente para una dificultad deseable.</p>   |  |
| <p><b>8</b></p>  | <p><b>Rosenshine 8 - Andamiaje de las tareas difíciles</b></p> <p>El profesor proporciona un apoyo temporal (directrices, por ejemplo) que disminuye a medida que los alumnos son más competentes y adquieren confianza en sus resultados. Es lo mismo que los ruedines de las bicicletas.</p>   |  |
| <p><b>9</b></p>  | <p><b>Rosenshine 9 - Práctica independiente</b></p> <p>Proporcionar tiempo de práctica dentro y fuera del aula para poder automatizar el material aprendido. Los alumnos deben realizar mucha práctica deliberada hasta que su aprendizaje se consolide, de modo que alcancen la "automaticidad" y el "dominio".</p>   |  |
| <p><b>10</b></p> | <p><b>Rosenshine 10 – Revisión (semanal y mensual)</b></p> <p>Los alumnos necesitan practicar intensamente para automatizar el material. Para interrumpir el olvido es necesario la recuperación del aprendizaje, incluyendo el medio y el largo plazo, para vincular el aprendizaje previamente adquirido con el aprendizaje actual.</p>  |  |

## 1.2. Educar para la sostenibilidad

Educar para la sostenibilidad no debe ser un "añadido" a los planes de estudio existentes y a su forma de concretarlos en las aulas, sino que implica un cambio de mentalidad que se debe basar en la capacidad de responder a la crisis actual. Las oportunidades y los aspectos afectivos de la práctica docente influyen directamente en el aprendizaje de los alumnos, que pueden cambiar actitudes y mejorar la eficacia de la enseñanza, con un dominio afectivo de las emociones (Corres et al., 2020; Puertas et al., 2021).

Así, el valor educativo de la Geografía para diseñar y desarrollar contenidos de aprendizaje que faciliten la comprensión del mundo actual y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) exige al estudiante promover competencias como el análisis crítico; la reflexión sistémica; la responsabilidad hacia las generaciones futuras para intervenir en la construcción de un futuro sostenible, facilitar los componentes básicos de formación ciudadana y de la vida en sociedad; y la capacidad para tomar decisiones reflexivas, con conocimiento y de forma colaborativa (Murga-Menoyo, 2015). De este modo, la educación para los ODS debe garantizar que la totalidad del alumnado adquiera los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible y adoptar estilos de vida sostenibles, con una educación que tenga el foco de atención en la formación integral de la persona, entendida como miembro de la comunidad de vida que constituye la biosfera; a la vez eco-dependiente y con responsabilidad moral sobre la vida en el planeta (Murga-Menoyo, 2020).

En este sentido, son un factor clave las políticas públicas para integrar la Educación en Desarrollo Sostenible (EDS) en todos los contextos de aprendizaje formal, no formal e informal. El currículum LOMLOE parece una vía de cambio en los sistemas educativos no universitarios, y por tanto en la formación del profesorado. Pero también es esencial integrarlos en los estándares de calidad nacionales para alcanzar los resultados de aprendizaje propuestos y que en las universidades exista una voluntad política de trabajar en esta dirección. Así, la integración de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en las competencias, los estándares profesionales, la certificación y la acreditación de docentes e instituciones de formación docente impulsaría que estos a su vez se implementaran en las aulas. Los enfoques pedagógicos adecuados deben estar centrados en los alumnos y son transformadores. Por lo tanto, es vital no solo incluir contenidos relacionados con los ODS en los planes de estudio, sino también utilizar una pedagogía transformadora orientada a la acción (Murga-Menoyo, 2021; Rieckmann, Mindt y Gardiner, 2017), y en el caso del modelo de GI-Pedagogy, integrar también los Sistemas de Información Geográfica como elemento transversal para mejorar la eficiencia del aprendizaje (Tabla 1).

**Tabla 1.** Educar para la sostenibilidad empleando SIG Web. Basado en Puertas et al. (2021), Abbott (2001), Favier (2013) y Sterling (2004)

| <i>Enfoque docente<br/>(Aspecto clave)</i>    | <i>Profundizar<br/>(Mejorar lo que existe)</i> | <i>Aplicar<br/>(Hacer mejores cosas)</i>                               | <i>Investigar y transformar<br/>(Hacer las cosas de otra manera)</i>          |
|---|--|--|---|
| Sostenibilidad                                | Educar acerca de la sostenibilidad (teoría)    | Educar empleando conceptos relacionados con la sostenibilidad (teoría) | Educar para la sostenibilidad en acciones transformadoras (teoría y práctica) |
| SIG Web                                       | Enseñar y aprender acerca de las SIG Web       | Enseñar y aprender empleando las SIG Web                               | Investigar y visualizar en SIG Web para comprender y transformar              |
| Responsabilidad/<br>compromiso<br>(radica en) | Profesor                                       | Profesor   | Profesor / estudiante   |

La sostenibilización curricular la definen la profesora Murga y su equipo como un proceso de incorporación de criterios y valores de la sostenibilidad en la enseñanza y el aprendizaje del alumnado, de modo que la sostenibilidad impregne todas las esferas de la docencia (Murga-Menoyo y Bautista-Cerro, 2019), es decir, educar para el desarrollo sostenible.

El objetivo principal ha sido integrar los objetivos de desarrollo sostenible para la educación en sostenibilidad desde la universidad a través del empleo de situaciones de aprendizaje o estudios de caso que empleando distintas modalidades de cartografía interactiva que muestran la geoinformación relevante al tema en cuestión, con la finalidad de dotar a los futuros profesores de un conocimiento profundo de las herramientas tecnológicas que se emplean hoy en geografía, mostrar su utilidad para aprender y enseñar ya que ayudan a una mejor comprensión de las interrelaciones entre territorio, paisaje y sociedad, en el mundo real y en el virtual y con ello contribuir a sostenibilizar el *currículum*. Estas situaciones de aprendizaje están orientadas temáticamente como narraciones en tercera persona entrelazadas con preguntas de comprensión, en las que el alumno participa en la comprobación de hipótesis y en la resolución de problemas en primera persona (Puertas et al., 2022). La modelización acompaña a la evaluación formativa mostrando cómo hacer, y pueden incluir simulaciones y predicciones apoyadas en el conocimiento adquirido. Se integran la perspectiva del profesor y del alumno (Chaloupka y Koppi, 1998) y son una forma de evaluar la motivación, realizar modelos y pruebas de resolución de problemas y desarrollar el pensamiento crítico (Bearman et al., 2016; Jeffries y Maeder, 2005).

### 1.3. La geoinformación en la docencia

La geoinformación puede ser definida como el conjunto de datos espaciales representados cartográficamente. Se ha extendido en su uso más corriente y para todos los sectores de la sociedad a través de los teléfonos móviles e internet y gracias a la aparición de tecnologías como los Sistemas de información geográfica (SIG), y más concretamente la alojada en la nube (SIG Web), los sistemas de teledetección y los sistemas de posicionamiento global (como GPS). Este hecho y en concreto la aparición de los SIG Web, ha logrado extender el uso de los SIG para una enorme cantidad de personas, ya sea a través de software libre o gracias al abaratamiento de otros softwares de pago.

En este contexto relativamente reciente, el uso de los Web SIG por parte de los docentes es mucho más accesible. Por lo tanto, se abre una dimensión nueva en la forma de enseñar con geoinformación, pues la manera de tratar datos geolocalizados y proceder a sus análisis ayudados por la tecnología permite a los educadores nuevos enfoques.

Existen una gran cantidad de estudios que certifican como el uso de los SIG y más concretamente el de los SIG Web resultan beneficiosos para facilitar el aprendizaje, tanto en enseñanza secundaria, formación profesional y en la enseñanza universitaria, tanto en el ámbito geográfico como en muchas otras disciplinas. En el caso de educación secundaria se pueden resaltar los trabajos de Milson (2011), De Miguel, Buzo y de Lázaro (2016); de Miguel (2020), y Buzo (2021) para geografía; De Lázaro-Torres et al. (2022) para literatura. En el caso de la formación profesional, los trabajos de Dewa, Mulyanti y Widiaty (2019) y para el caso de la enseñanza universitaria los trabajos de Lemberg y Stoltman (1999) para la geografía; Santos et al. (2021) para la arquitectura en la planificación urbana y regional; Pons, Armendariz y Andreu (2019) y Klingman (2021) para la arqueología, Albăstroiu, Felea y Vasiliu (2014) para la administración de empresas; Knowles (2008) para la historia; Musakwa (2017) para la planificación; y Martínez-Hernández et al. (2021) y Mínguez (2021), para el turismo.

Sin embargo, la evidencia basada en la investigación sobre los beneficios del uso de los SIG en el aprendizaje ha sido generalmente escasa y fragmentada (Baker et al. 2015; Schulze 2021).

Los SIG se utilizan en las universidades desde la década de 1990. En la educación secundaria su llegada es mucho más reciente y es escaso el número de profesores que los han utilizado desde entonces (Buzo, Lázaro y Mínguez 2014).

Otros estudios destacan las ventajas del uso de los SIG en diferentes países del mundo (Milson, Kerski, y Demirci 2012) y de los SIG Web (Fargher 2018; Kerski y Baker 2019) y los estudios de Kerski (2000, 2003, 2011) y de Abbott (2001) fueron pioneros en destacar el beneficio de los SIG en educación secundaria.

En los últimos años están apareciendo obras que se centran en los beneficios de los SIG para el trabajo interdisciplinar (Rickles et al 2017), así como en el campo de la adquisición de competencias educativas. Competencias relacionadas con la geografía, como el pensamiento espacial (Zwartjes 2017 et al.) y Zwartjes y de Lázaro (2019), la mejora del pensamiento espacial crítico (Bearman et al., 2016; Kim & Bednarz, 2013) o la competencia ciudadana (Gryl et al 2010), con la sostenibilidad (Álvarez-Otero, 2020; Murga y Bautista, 2019; Sebastián y de Miguel 2020), la perspectiva de género (de Miguel y Sebastián 2022), entre otras muchas.

La revolución de la información geográfica y la computación en la nube han permitido nuevas metodologías de aprendizaje en el aula. Dos pilares son esenciales: el desarrollo o uso de la propia cartografía y la reflexión crítica de la misma. Los geodatos que se muestran en los mapas de la web permiten obtener nuevos conocimientos y aprendizajes.

El trabajo de Doering et al. (2009) es un buen ejemplo de cómo el uso de estas herramientas cartográficas mejora la enseñanza mediante el uso y la aplicación de las tecnologías geoespaciales más allá del modelo TPACK, recomendando a los profesores que desarrollen el conocimiento del contenido pedagógico geográfico (G-TPACK). El modelo de Doering et al. (2009), conocido como GeoThentic, forma a los profesores de forma muy interactiva y colaborativa mediante un curso en línea basado en problemas en el que: desarrollan sus conocimientos tecnológicos utilizando tecnologías geoespaciales; sus conocimientos pedagógicos investigando la pedagogía óptima para la resolución de problemas geográficos con tecnologías geoespaciales; y sus conocimientos de contenido desarrollando el área de contenido geográfico específico necesario para enseñar eficazmente los módulos de resolución de problemas.

Los aspectos afectivos en la práctica docente son importantes, porque gran parte de lo que el profesor sabe y hace está relacionado con su propio estado emocional y su motivación, y esto influye directamente en el aprendizaje de los alumnos. Por lo tanto, la conciencia de la importancia del dominio afectivo en las emociones en relación con el contenido que se enseña cambia las actitudes y mejora la eficacia de la enseñanza (Puertas et al., 2021).

Del mismo modo, observamos que existen problemas a la hora de concretar el uso de los SIG en el aula. Más allá de los problemas de instrucción a la hora de manejar programas y aplicaciones concretas, existe la dificultad de aplicar este tipo de tecnología con pedagogías válidas e innovadoras. El verdadero reto para normalizar el empleo de los SIG en el ámbito educativo es sistematizar su uso y sincronizarlo con metodologías activas centradas en el alumno, teniendo en cuenta la sostenibilidad y el lado emocional del proceso enseñanza-aprendizaje, siendo su finalidad la mejora de los estudiantes tanto en conocimientos como, sobre todo, en competencias. Este es el motivo fundamental que impulsa nuestro proyecto.