

ABP con cartografía digital interactiva para el desarrollo de las competencias espacial y digital

Carlos Martínez Hernández¹

Resumen: Bajo un paradigma de aprendizaje competencial activo y basado en TIC, se plantea una posibilidad innovadora con maestros en formación para trabajar más eficazmente la interpretación de mapas: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con soporte en un visor cartográfico interactivo, mediante una crónica geográfica de un itinerario en el visor *Iberpix* (Instituto Geográfico Nacional). El objetivo principal es constatar la eficacia didáctica de la experiencia, evaluando el nivel de logro de las competencias digital y espacial a través de un análisis cualitativo y cuantitativo de las tareas de trabajo secuenciadas. Los resultados mostraron un eficaz aprendizaje competencial (máximo en el 100% del alumnado en la digital y del 68% en la espacial) y elevada motivación e interacción, coherente con otras experiencias de metodologías activas y uso didáctico de TIC geográficas. Se concluye aludiendo a la urgencia de desarrollar estas competencias en la sociedad de la información y la comunicación.

Palabras clave: Metodologías activas; TIG; Geografía; Maestros en formación.

1. Introducción

Interpretar mapas es un contenido curricular desde la etapa primaria; sin embargo, es habitual culminar el proceso educativo sin un buen conocimiento cartográfico, lo cual compromete el correcto desarrollo de la competencia espacial, básica para cualquier ciudadano (Martínez y López, 2015).

De Miguel y Buzo (2020), advierten que las metodologías docentes tradicionales, de clases magistrales y prácticas en papel, han fracasado, incapaces de adaptarse a la cambiante concepción espacial de los estudiantes a lo largo de su crecimiento cognitivo y a las nuevas tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En la actualidad, precisan, la competencia espacial tiende a trabajarse a través de recursos digitales y metodologías didácticas activas, en las que el conocimiento es resultado de un proceso constructivo, actualizado y significativo, no receptivo y cerrado.

En el EEES, la enseñanza se diseña basada en la adquisición de competencias: conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para adaptarse y dar respuesta a toda situación en cualquier contexto, de forma integral (Amor y Serrano-Rodríguez, 2019). Esto ha supuesto un cambio de paradigma hacia metodologías didácticas activas en las que el alumnado se convierte en protagonista para la adquisición de competencias (Pertusa, 2020), a través de buenas prácticas educativas y un aprendizaje dialógico (Gabarda, 2015), con recursos educativos cuyo uso sea innovador y eficaz.

En este contexto, el ámbito educativo actual se encuentra inmerso en la sociedad de la información, caracterizada por el papel predominante de las TIC (Matamala, 2018). En el caso de materias de índole territorial, con presencia de contenidos cartográficos, las TIC han derivado en TIG (Tecnologías de la Información Geográfica) (Crespo, 2019), y

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, Facultad de Educación – Centro de Formación del Profesorado. Email: camrtinezhernandez@ucm.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-6905>

han supuesto la divulgación masiva de imágenes espaciales y el desarrollo de nuevas técnicas de análisis y de conocimiento (Luque, 2011). Una de las herramientas espaciales que más se ha desarrollado en los últimos años son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), cuyas principales funciones son capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Korte, 2001). La proliferación de recursos digitales para el aprendizaje del espacio ha transformado las TIG en TAG (Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico) (Buzo, 2017).

Bajo este paradigma de aprendizaje competencial activo y basado en TAG, se plantea una posibilidad innovadora para trabajar más eficazmente la interpretación de mapas: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con soporte en un visor cartográfico interactivo. Se presenta una experiencia en tal sentido con maestros en formación. Al alumnado se le planteó el proyecto de realizar la crónica geográfica de un itinerario que previamente debía trazar sobre un mapa topográfico digital. Los objetivos de investigación son: (i) Exponer el diseño docente de la práctica innovadora, (ii) Valorar la adecuación didáctica de la experiencia y la implicación discente, y (iii) Cuantificar la eficacia didáctica en el desarrollo de las competencias digital y espacial.

2. Metodología

En la consecución de los objetivos, hay que distinguir entre una metodología didáctica para los derivados de la práctica docente y una de investigación para aquellos sobre evaluación de la eficacia didáctica y la cuantificación del aprendizaje competencial.

2.1. Diseño docente

2.1.1. Participantes

La experiencia docente tuvo lugar con maestros en formación. La muestra de estudio está conformada por 59 individuos, el 100% de los estudiantes matriculados en la asignatura “Fundamentos y Didáctica de la Geografía”, en 2º curso del 2º cuatrimestre del Grado de Maestro/a en Educación Primaria (Facultad de Educación, UCM). Los estudiantes fueron agrupados libremente en equipos de entre 3 y 6 miembros, que realizaron la actividad de forma sincrónica, bien presencialmente en el aula con el docente o bien virtualmente a través de la plataforma de clases online de la universidad, con contacto directo a la cámara y micrófono del aula.

2.1.2. Metodologías didácticas activas

De entre las metodologías didácticas activas, junto al trabajo colaborativo se recurrió a un ABP. El proyecto planteado a los estudiantes consistía, como objetivo didáctico general, en realizar la crónica geográfica de un itinerario de entre 5 y 10 Km que previamente debían trazar sobre un mapa topográfico digital. Dicha crónica debía aportar información sobre la toponimia, las formas del relieve y la ocupación del suelo, en el territorio recorrido por el itinerario trazado. El tiempo disponible fue de una sesión de 1 hora y media de duración, tras una sesión teórica anterior sobre la evolución y características de la cartografía como disciplina auxiliar e inherente de la geografía.

2.1.3. Uso innovador de las TIC

El mapa topográfico digital con el que llevar a cabo el proyecto es una TIC del Instituto Geográfico Nacional: el visor cartográfico *Iberpix*. Se trata de un SIG, con capas georreferenciadas de información territorial básica que se pueden superponer con distinta transparencia y con herramientas sencillas de información espacial.

Las capas necesarias para la actividad son: (i) MTN 1:50000 y (ii) Ocupación del suelo (CORINE); y, las principales herramientas cartográficas: (i) Creación de rutas y sus perfiles topográficos, (ii) Medida de longitudes y (iii) Consulta de coordenadas. A los estudiantes se les dio un documento con indicaciones sobre el funcionamiento técnico del visor e instrucciones secuenciadas en fases (Tabla 1). En todo momento contaron con la guía sincrónica del docente.

Tabla 1. Fases para la resolución del Proyecto.

Fase	Tarea	Indicaciones/Instrucciones
1	Abrir el visor y localizar un área geográfica	Entra en el visor cartográfico del IGN: https://www.ign.es/iberpix2/visor/ y haz zoom sobre cualquier lugar de España hasta visualizar el Mapa Topográfico Nacional de escala 1:50.000.
2	Trazar un itinerario y levantar su perfil topográfico	En la herramienta “Capas” del panel superior, selecciona la pestaña “Itinerarios y GPS” para “Crear ruta”. Dibuja una línea sobre el mapa (de unos 10-20 cm) y finalízala con el botón derecho del ratón. Dale nombre a la ruta y, seleccionándola en el panel de la derecha, activa el “perfil de rutas”. En una nueva ventana aparecerá el perfil topográfico de tu ruta.
3	Visualizar el mapa de usos del suelo a la vez que el topográfico	Para conocer qué uso del suelo hay en cada punto del perfil, vamos a abrir el panel de capas (abajo a la derecha) y activar la capa de “Ocupación del suelo (CORINE)”, que se carga bajo la capa del mapa, a la cual tenemos que reducir la opacidad al 50%.
4	Obtener del itinerario la información de georreferenciación, toponimia, relieve y usos	Se deberán anotar las coordenadas geográficas y UTM de inicio y final del perfil (“Consultas” >> “Coordenadas”) y se describirá su recorrido, señalando por orden los parajes que van apareciendo (toponimia), la forma del relieve (topografía) y la ocupación del suelo (consultar leyenda: “Consultas” >> “Información” >> Clicar sobre un punto y abrir link de la ventana emergente).
5	Redactar la crónica geográfica y documentar la información	Incluye toda esta información y las imágenes del mapa y del perfil en un documento de texto, que es el que se deberá presentar en el Dossier de Prácticas.

Fuente: elaboración propia.

2.2. Evaluación de la eficacia didáctica: aprendizaje competencial

Para conocer la eficacia didáctica de la experiencia docente se ha recurrido a un análisis descriptivo mixto cualitativo-cuantitativo (Bisquerra, 2016).

A nivel cualitativo, se exponen las principales impresiones del docente en la observación directa del desarrollo del proyecto, en términos de operabilidad y de motivación e implicación.

A nivel cuantitativo, se ha medido qué porcentaje de estudiantes han desarrollado las competencias digital y espacial en base de una categorización de nivel de logro en “mal”, “regular” y “bien”. En la tabla 2 se muestran los indicadores utilizados para definir las competencias, que se han evaluado a partir del documento de resolución del proyecto entregado por cada grupo de estudiantes. De este documento se seleccionarán algunas resoluciones textuales y visuales para apoyar los datos calculados.

Tabla 2. Indicadores para definir las competencias trabajadas.

Competencias	Indicadores	Justificación de nivel de logro
Digital	Uso de la TIC	Ejecución de las tareas con el visor de cartografía digital
Espacial	Georreferenciación	Manejo de las coordenadas geográficas y UTM
	Toponimia	Caracterización toponímica del mapa topográfico
	Relieve	Interpretación del perfil topográfico
	Usos del suelo	Configuración de la cobertura del territorio

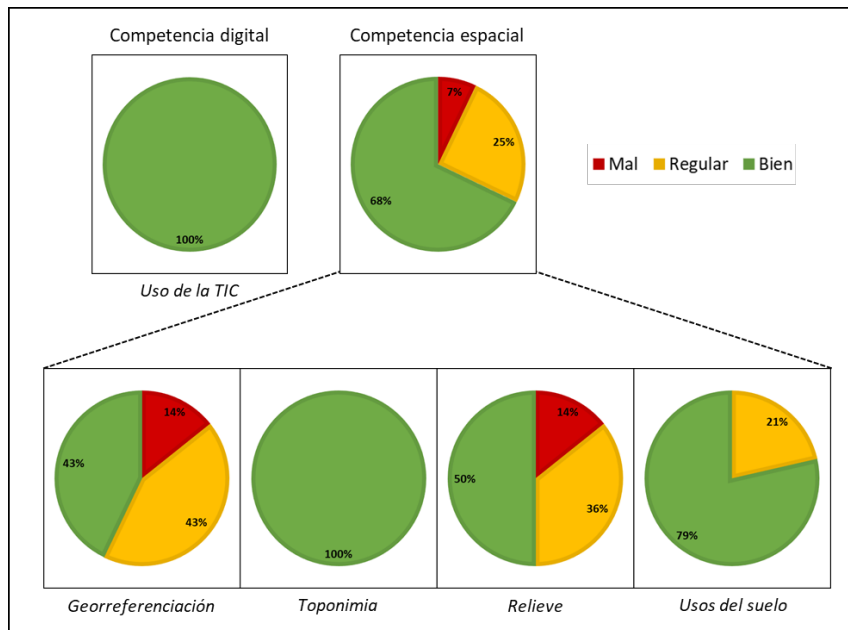
Fuente: elaboración propia.

3. Resultados

El proyecto fue resuelto por los estudiantes en el tiempo estipulado, aunque algunos grupos dejaron para después de clase un tiempo breve final de revisión y maquetación de la crónica geográfica. La secuencia de trabajo discente se mostró muy operativa: el docente fue mostrando las indicaciones de uso de la TIC al ritmo marcado por los estudiantes, de forma que no se avanzaba hasta que todos conseguían el dominio digital suficiente. La interpretación cartográfica conllevaba aplicar a cada caso grupal los conocimientos teóricos adquiridos previamente, por lo tanto el ritmo de trabajo en este sentido fue personalizado, con orientaciones generales por parte del docente cuando se daban retos de aprendizaje similares. La naturaleza digital de la herramienta didáctica utilizada permitió una correcta operabilidad sin distinción entre los estudiantes presentes físicamente y los que hacían el proyecto sincrónicamente desde casa. De hecho, la implicación fue máxima, generándose un ambiente de elevada participación en pequeño y gran grupo, reflejo del interés discente en el manejo del visor y la adecuada interpretación cartográfica de sus itinerarios.

Evaluados sus documentos de trabajo, donde mostraron la resolución del proyecto con la crónica de sus itinerarios, se alcanzan unos resultados muy buenos de desarrollo de las competencias digital y espacial que se trabajaban (Gráfico 1), constatando la eficacia didáctica de la experiencia docente.

Gráfico 1. Cuantificación de la eficacia didáctica de la experiencia docente.



Fuente: elaboración propia.

En el caso de la competencia digital, su nivel de logro fue máximo por el 100% de los estudiantes, puesto que todos demostraron un uso adecuado de la TIC, habiendo sabido utilizar correctamente las herramientas del visor para configurar un itinerario y obtener su información topográfica, orográfica y de cobertura territorial. En la Figura 1 se observan algunos ejemplos aportados por los estudiantes.

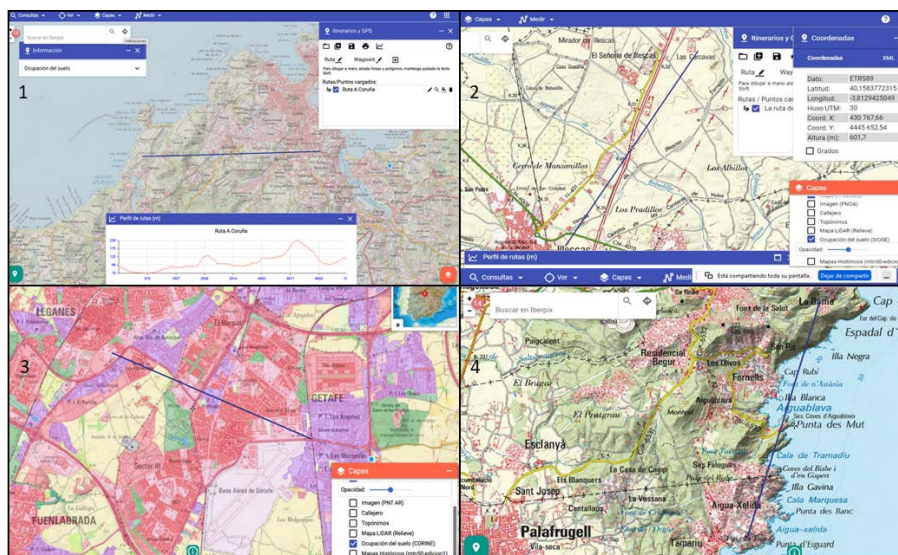


Figura 1. Selección de capturas de pantalla aportadas por los estudiantes para documentar el correcto manejo de la TIC cartográfica: 1) Trazado del itinerario y levantamiento de su perfil topográfico; 2) Obtención de coordenadas; 3) Superposición de la capa de usos del suelo; 4) Información topográfica. Fuente: elaboración propia a partir de los documentos de trabajo de los estudiantes.

La competencia espacial no fue desarrollada al máximo nivel por todos los estudiantes, pero sí por dos tercios de los grupos, de modo que solo una media del 7% la desarrolló mal y una cuarta parte lo hizo regular. La caracterización toponímica fue la tarea que mejor se desarrolló, siendo realizada correctamente por todos. Fue habitual el uso de

topónimos para estructurar la crónica geográfica, con expresiones como: “la ruta comienza en / pasa por / dejando al [punto cardinal] / finaliza en / (...) [topónimo]”.

Le sigue en nivel de éxito la tarea de la configuración de la cobertura territorial, que nadie hizo mal y hasta el 79% hizo bien, identificando correctamente los códigos y colores del mapa de usos del suelo del CORINE e incluyendo en sus crónicas una correcta sucesión de la ocupación espacial de sus itinerarios. Los que la llevaron a cabo de forma regular confundieron los distintos niveles de categorización del suelo o se limitaron a registrar una lista de usos sin relacionarlos con sus rutas.

Solo dos tareas no fueron bien hechas por algunos estudiantes, el mismo número en ambas, prácticamente testimonial: el 14%. Se trata de la interpretación del perfil topográfico y el manejo de las coordenadas. La primera fue bien realizada por el 50% de la clase. Los errores se dieron al registrar altitudes sin relacionarlos con la ruta ni con formas de relieve, o al marcar puntos orográficos de inicio y fin olvidando el trayecto. La georreferenciación fue la tarea menos desarrollada, por un 43% de forma adecuada, puesto que fue habitual la confusión entre coordenadas geográficas y UTM y en muchos casos tan solo se llevó a cabo un registro de coordenadas sin contextualizarlas o hacer referencia a qué información espacial proporcionan.

En cualquier caso, combinando todas las tareas que indican el nivel de logro de la competencia espacial, se puede afirmar que esta ha sido desarrollada por prácticamente todos los estudiantes y, de forma mayoritaria, a un nivel máximo.

4. Discusión y conclusiones

La interpretación cartográfica constituye uno de los contenidos de más difícil adquisición en la enseñanza de la geografía (Luque, 2011), quizá por la naturaleza integral de los mapas, que aglutinan numerosas variables espaciales en un solo plano, a través de distintos códigos de representación. Frente a esta complejidad, los mapas digitales interactivos facilitan la representación de variables mediante la posibilidad de su superposición exacta, la adaptación de la resolución, la anotación de marcas editables o el levantamiento de ejes cartesianos. Las TIC tienen potencial didáctico si su uso es innovador y se encuentra adaptado a necesidades didácticas (de Miguel y Buzo, 2020). Es lo que ocurre con el visor cartográfico *Iberpix*, cuyas herramientas permiten llevar a cabo las tareas previamente mencionadas y, con sistematización didáctica, conducir a la adquisición de aprendizaje geográfico (Sebastián-López & de Miguel-González, 2017). Se trata de acciones que son inviables de forma automática con mapas físicos. Sin embargo, ser nativo digital no garantiza hacer un uso adecuado de las TIC, así que adquiere una gran importancia su diseño didáctico (Buzo, 2017), de ahí el valor en esta experiencia de la secuencia didáctica en fases de trabajo.

La tarea que más dificultad ha entrañado ha sido la georreferenciación, a pesar de fundamentar técnicamente un visor cartográfico, como cualquier SIG (Crespo, 2019). No obstante, no ha entorpecido el resto de las tareas; parece que un buen uso de las TIC vuelve insignificante su conocimiento programático para el éxito didáctico.

Los estudios de caso son muy eficaces en la didáctica de la geografía porque permiten aplicar los contenidos teóricos en conocimientos prácticos, sobre todo si se trata de lugares conocidos (Pagès, 2009). La mayoría de los itinerarios creados por los estudiantes han sido trazados sobre sus lugares de origen o veraneo, lo que refuerza la idea de este autor de que el conocimiento geográfico general puede consolidarse cuando

se aplica a lo particular, especialmente si existe un sentimiento de pertenencia, que hace más emotivo, motivador y significativo el proceso de aprendizaje.

En la experiencia docente se ha constatado un nivel considerable de motivación e implicación. El uso adecuado de las TIC contribuye a fomentarlas (Vargas, 2015), puede que por la interacción que permiten las herramientas digitales y la fuerza gráfica de sus resultados, lo que se muestra coherente con el uso de *Iberpix*. Las TIG, como una derivación de las TIC, optimizan la interacción y la visualización (Buzo, 2017).

También es conocido el papel de la metodología didáctica utilizada, el ABP, en la captación de interés por parte del alumnado (Pavón, 2020), por el reto de alcanzar un objetivo bien delimitado y configurado como proyecto, en equilibrio entre sus niveles de viabilidad y de expectativas. Como metodología activa, en la que el estudiante es el creador del conocimiento, el ABP, enriquecido con el trabajo colaborativo y contextualizado geográficamente en lugares de interés, ha llevado en esta experiencia docente a un aprendizaje marcadamente vivencial y significativo, que es motivador e implica un aprendizaje notable y estable. Se trata de características propias de las metodologías didácticas activas (Pertusa, 2020), frente al aprendizaje tradicional pasivo, estático y menos atractivo que supone el análisis cartográfico de un mapa físico, más si se presenta de forma aséptica. Aun así, no es baladí el rol del docente, que debe manejar la personalización de las rutas de cada grupo y guiar y ofrecer indicaciones y soluciones cuando hay dificultades de aprendizaje. Un ejemplo se dio cuando el enlace a la codificación del mapa de usos del CORINE se colgó, debiendo solucionarse con la búsqueda externa de la leyenda del mapa. El hecho de utilizar herramientas digitales (visor y videollamada) ha permitido además que la actuación docente no se viera limitada por la modalidad semipresencial de la docencia, en la que una parte de los estudiantes resuelven el proyecto sincrónicamente desde casa.

En conclusión, la experiencia docente configurada con base en la metodología didáctica del ABP y el uso innovador del recurso TIC/TIG de un visor cartográfico ha permitido desarrollar ampliamente la competencia espacial de los estudiantes, en un contexto de urgencia de aprendizaje competencial (Souto, 2011) y cartográfico (Crespo, 2019). A pesar de la generalización del uso de mapas digitales en las aplicaciones móviles, aún hay un gran margen de recorrido en la educación geográfica digital (de Miguel y Buzo, 2020). Esto añade la necesidad de desarrollar la competencia digital junto a la espacial, y es lo que se ha pretendido con esta experiencia, con una eficacia didáctica notable en vista de los resultados presentados, más en la competencia digital que en la espacial.

Por haber implementado la experiencia con maestros en formación, se espera finalmente que, por transferencia didáctica y con adaptaciones a las distintas situaciones psicopedagógicas, este aprendizaje disciplinar y metodológico llegue también al futuro alumnado de educación primaria y, por ser construido y significativo, pueda perdurar en el tiempo y mejorar el nivel de conocimiento y de habilidad que ahora mismo tienen los ciudadanos a la hora de interpretar mapas digitales, una tarea inconscientemente cotidiana en la sociedad de la información y el conocimiento.

Referencias bibliográficas

Amor, María Isabel y Serrano-Rodríguez, Rocío. 2019. "The generic competences in the initial teacher training. A comparative study among students, teachers and graduates of university education degree". *Educación XXI* 22, no. 1: 239-261.

Bisquerra, Rafael. 2016. *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla, 5ª edición.

Buzo, Isaac. 2017. “De las TIG a las TAG: integrando la información en el aprendizaje geográfico”. En *Enseñanza y aprendizaje de la geografía para el siglo XXI*, ed. por Rafael Sebastián y Emilia Tonda, 175-200. Alicante: U. de Alicante.

Crespo, José Manuel. 2019. “El visualizador Iberpix 4 del Instituto Geográfico Nacional: un recurso didáctico para la interpretación de los componentes físicos del paisaje”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 27, no. 2: 182-191.

De Miguel, Rafael y Buzo, Isaac. 2020. “De la cartografía tradicional a la cartografía digital: hacia un aprendizaje activo de la geografía”. *Iber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia* 98: 27-33.

Gabarda, Vicente. 2015. *Buenas prácticas en educación*. Valencia: U. de Valencia.

Korte, George. 2001. *The GIS Book (5th Edition)*, Canada: On Word Press.

Luque, Ricardo. 2011. “El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a Google Earth”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 55: 183-210.

Martínez, Ramón y López, José Antonio. 2015. “Análisis de la cartografía en los libros de texto de Ciencias Sociales en Educación Primaria”. En *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, ed. por Juan de la Riva, Paloma Ibarra, Raquel Montorio y Marcos Rodrigues, 1455-1464. Zaragoza: U. Zaragoza-AGE.

Matamala, Carolina. 2018. “Desarrollo de alfabetización digital ¿Cuáles son las estrategias de los profesores para enseñar habilidades de información?”. *Perfiles Educativos* 40, no. 162: 68-85.

Pagès, Joan. 2009. “Enseñar y aprender ciencias sociales en el siglo XXI: reflexiones casi al final de una década”. En *Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente*, ed. por VV.AA., 139-154. Antioquía: Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Antioquía y Corporación Interuniversitaria de Servicios.

Pavón, Manuel. 2020. “ABP para aprender a conocer, a convivir y a compartir”. *Cuadernos de pedagogía* 511: 26-33.

Pertusa, José. 2020. “Metodologías activas: la necesaria actualización del sistema educativo y la práctica docente”. *Supervisión 21: revista de educación e inspección* 56: 1-21.

Sebastián-López, María y de Miguel-González, Rafael. 2017. Educación geográfica 2020: IBERPIX y Collector for ARCGIS como recursos didácticos para el aprendizaje del espacio. *Didáctica Geográfica* 18: 231-246.

Souto, Xosé Manuel. 2011. “Una educación geográfica para el Siglo XXI: Aprender competencias para ser ciudadano en el mundo global”. *Revista Anekumene, Revista Virtual de Geografía, Cultura y Educación* 1:28-47.

Vargas, Dolly. 2015. “Las TIC en la educación”. *Plumilla Educativa* 16, no. 2: 62-79.