

Tecnologías de la geoinformación para el desarrollo del pensamiento espacial y el aprendizaje por proyectos en alumnos de secundaria

R. de Miguel González¹

¹ Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. C. Pedro Cerbuna 12, 50.009 Zaragoza.

rafaelmg@unizar.es

RESUMEN: Las nuevas tecnologías de la información geográfica suponen enormes ventajas para la enseñanza y el aprendizaje de la Geografía en las etapas escolares de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. A pesar de su escasa consideración en el currículo y en los libros de texto, su uso es creciente por los profesores de Ciencias Sociales y de Geografía en la educación secundaria. En sistemas educativos anglosajones ha quedado demostrado la efectividad de las tecnologías geoespaciales, en escritorio y on-line, no sólo para el aprendizaje escolar de una disciplina científica como es la Geografía, sino especialmente para el desarrollo y la formación del pensamiento espacial, y para la adquisición de la competencia en ciudadanía espacial, por medio de la aplicación de metodologías de aprendizaje activas. Las tecnologías geoespaciales resultan muy atractivas y motivadoras para el alumno, pero sobre todo permiten que éste ejercite procedimientos y habilidades propias de la información geográfica a partir de estrategias didácticas basadas en el aprendizaje por descubrimiento.

Palabras-clave: pensamiento espacial; relaciones espaciales; conocimiento geográfico; educación geográfica; aprendizaje basado en proyectos.

1. INTRODUCCIÓN

Esta breve comunicación compendia y organiza el estado de la cuestión de los principales conceptos sobre educación geográfica basada en tecnologías de la información geoespacial que se han publicado en inglés en los últimos años. Sirve además para discernir entre el nuevo enfoque geoespacial y la renovación epistemológica ligada a la adquisición del conocimiento geográfico. Pensamiento espacial y pensamiento geográfico no son sinónimos sino conceptos complementarios, uno más ligado a procesos cognitivos relacionados con la inteligencia espacial y el otro mucho más vinculado con la propia disciplina geográfica. El primero de ellos ha adquirido recientemente una gran difusión a través de libros y artículos debido a dos razones: la irrupción de las nuevas tecnologías para la información geográfica y la mayor atención hacia postulados sobre el aprendizaje que inciden en la interdisciplinariedad, especialmente la teoría de inteligencias múltiples de Gardner.

Sin embargo, existe una limitada investigación empírica sobre su aplicación real al aula, debido a que el enfoque espacial no siempre encuentra un marco escolar y curricular adecuado en “asignaturas STEM”, principalmente matemáticas y tecnología (Bednarz et al, 2013) (Koolvoord, 2012). Por el contrario, la Geografía (separada de la Historia) continua siendo una asignatura fundamental en la secundaria de diversos países de Europa, e incluso una de las preferidas por los alumnos ingleses del curso preuniversitario para realizar los exámenes *A-levels* (De Miguel, 2014a). Es por ello que el pensamiento geográfico resulta el mejor catalizador para la adquisición del pensamiento espacial en una disciplina escolar de amplia tradición y sólidas bases epistemológicas, pero también abierta a nuevos modos de aprendizaje, como la metodología activa (Marrón, 2011), el aprendizaje significativo (Sebastiá, 2014) o el aprendizaje basado en proyectos de indagación geográfica (Kerski, 2011) (De Miguel, 2013).

La tabla adjunta muestra las relaciones entre pensamiento espacial y relaciones espaciales, entre pensamiento geográfico y conocimiento geográfico. La relación sistémica entre estos enfoques es lo que permite obtener una serie de indicadores de aprendizaje susceptibles de ser utilizados como parámetros de adquisición del pensamiento espacial, pero también de aprendizaje de conocimiento geográfico a través de proyectos, que constituyen una fuente de información para la investigación sobre la innovación en la

educación geográfica.

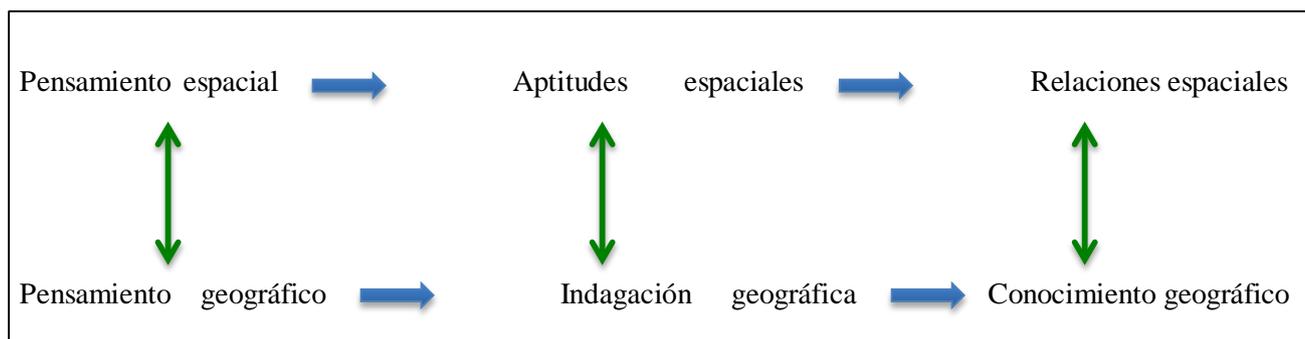


Figura 1. Vínculos entre el aprendizaje espacial y el aprendizaje geográfico. Elaboración propia.

2. PENSAMIENTO ESPACIAL

El concepto de pensamiento espacial fue desarrollado en un documento denominado “Aprendiendo a pensar espacialmente” (NRC, 2006). A pesar de que existían trabajos previos sobre la relación entre sistemas de información geográfica y la educación primaria y secundaria, el Consejo de Investigación Nacional de los Estados Unidos creó un comité para estudiar hasta qué punto es beneficioso incorporar el pensamiento espacial en el currículum de la educación escolar (K-12). Este trabajo determinó que el pensamiento espacial puede ser aprendido debido a los procesos de adquisición de:

- conocimiento y conceptualización del espacio, por ejemplo, el sistema de coordenadas, la naturaleza tridimensional del espacio...
- representación del espacio a través de diferentes proyecciones, perspectivas, principios de diseño gráfico, etc. que permiten comunicar información espacial estructurada
- razonamiento del espacio, por ejemplo curvas de nivel/relieve, distancia más próxima en línea recta/distancia a través de una infraestructura de transporte, áreas de influencia, etc. que sirven para explicar la información espacial, pero también para la toma de decisiones espaciales.

Un segundo aspecto del pensamiento espacial son las tres funciones para las que sirve:

- función descriptiva de la localización de objetos sobre el espacio y las relaciones topológicas entre ellos
- función analítica que permite comprender las estructuras espaciales
- función inferencial que da respuesta a las preguntas acerca de la función de esas estructuras, así como su evolución

En resumen el pensamiento espacial describe no sólo la comprensión de los procesos espaciales sino también incluye elementos de conceptos espaciales, herramientas y métodos para la representación espacial, así como el proceso de razonamiento espacial. Estos vínculos entre el espacio, la representación y el razonamiento dan al proceso de pensamiento espacial la posibilidad de que las estructuras espaciales pueden ser analizadas y transformadas. Por lo tanto, el concepto de pensamiento espacial representa un vehículo para los problemas de estructuración, la búsqueda de respuestas y soluciones que expresan las cuestiones relacionadas con la disposición y estructura de los objetos sobre el espacio.

3. RELACIONES ESPACIALES

Ahora bien, la adquisición del pensamiento espacial se realiza a través de diferentes actividades de gestión de la información geográfica por medio de SIG que permiten desarrollar aptitudes, procedimientos, capacidades o habilidades espaciales –*spatial abilities*– siguiendo el esquema de Golledge & Stimson (1997), revisado posteriormente por Lee & R. Bednarz (2009):

- visualización espacial: manipulación mental, rotar, invertir, estímulos visuales
- orientación espacial
- relaciones espaciales

La tercera de las categorías es la más importante porque implica la adquisición y el desarrollo de procesos cognitivos espaciales como reconocer distribuciones espaciales, identificar patrones de organización en el espacio y jerarquías espaciales, establecer asociaciones y correlaciones entre fenómenos que tienen una determinada distribución espacial, etc. Estos y otros procesos han sido expuestos por otros autores como S.W. Bednarz (2004), Gersmehl (2006) o Patterson (2007). La primera autora diferencia entre relaciones espaciales (por ejemplo, conectar lugares) y procesos cognitivos usados en mapas realizados con SIG (por ejemplo, asociar dos atributos espaciales). El segundo de ellos señala ocho “modos neurológicos distintos de pensar espacialmente”: comparación, zona de influencia, región, jerarquía, transición, analogía, patrón y asociación. El tercero desarrolla una serie de cuestiones clave a las que deben dar respuesta los componentes del pensamiento espacial: ¿dónde está? ¿cómo se relacionan dos espacios? ¿cuánto alcanza el área de influencia de un punto en el espacio? ¿qué tipologías/estructuras de espacios son semejantes y dónde se encuentran? ¿cómo se difunden sobre el espacio los cambios? En España la referencia esencial es la que establece Comes (1998) cuando establece tres tipos de habilidades espaciales: conceptualización espacial, orientación y medida del espacio, representación gráfica del espacio.

4. PENSAMIENTO GEOGRAFICO

La diferencia entre pensamiento espacial y pensamiento geográfico supone la consideración de la dimensión humana -social, económica, política y cultural- (Hubbard et al., 2002), más allá de los aspectos meramente topológicos y que se comprende perfectamente con la distinción entre espacio y lugar. La adquisición del pensamiento geográfico se caracteriza por comprender una serie de atributos propios del espacio geográfico: escala, información geográfica (gráfica/trabajo de campo, estadística, cartográfica), procesos territoriales (físicos y humanos), interacción sociedad-medio ambiente, paisaje, sistemas territoriales, cambio global, desarrollo sostenible, interdependencia, diversidad. En Australia ha habido un debate reciente sobre la supresión de la Geografía en secundaria y finalmente se ha publicado un nuevo currículo reforzado que incluye muchos de los elementos anteriores por considerarlos imprescindibles para el conocimiento y la comprensión del mundo actual.

Por su parte, el proceso de revisión del currículo inglés ha suscitado una amplia reacción de la *Geographical Association* sobre la importancia del pensamiento geográfico en la asignatura escolar de la Geografía a través de tres conceptos clave. En otras palabras ¿qué Geografía debe ser enseñada? La respuesta en 2012 de esta asociación que agrupa a cientos de profesores británicos de geografía es que lugar (territorios y regiones), espacio (patrones de distribución y relación entre lugares) y medio ambiente (interacción física y humana) son los tres ejes centrales del pensamiento geográfico. A la pregunta del qué se le suma la del cómo, ya que el pensamiento geográfico no puede adquirirse por mera transmisión sino que exige un aprendizaje activo, por descubrimiento en el que los alumnos dominen los procedimientos y habilidades de indagación a través de las fuentes de información geográfica, incluidos los SIG, GPS en trabajo de campo, descripción analítica de lugares, estadísticas, análisis espacial y propuestas de intervención, etc.

En España, la obra referente sobre Didáctica de la geografía (Souto, 1998) establecía una serie de procedimientos didácticos que permiten secuenciar actividades de enseñanza-aprendizaje y, en consecuencia, adquirir el pensamiento geográfico: percepción, escala, distribución, distancia, interacción entre medio físico y acción antrópica, tiempo histórico y relaciones sociales, estructuras y sistemas territoriales.

5. CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO Y SU APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

El currículo norteamericano de Geografía para educación escolar (K-12) *Geography for Life. National Geography Standards* de 1994 definió, tomando como base la taxonomía de Bloom, un modelo de aprendizaje de la geografía por descubrimiento basado en cinco actividades:

1. preguntar por la información geográfica
2. adquirir información geográfica
3. organizar información geográfica
4. analizar información geográfica
5. responder con información geográfica.

Este mismo esquema, ligeramente modificado, es el que ha sido ampliamente difundido por el equipo de educación geográfica de la compañía que promueve ArcGIS y ArcGIS online, a la hora de establecer una propuesta didáctica de utilización de la geoinformación en el aula, especialmente de la asignatura de Geografía (ESRI, 2003) (Kerski, 2011).

1. preguntar cuestiones geográficas
2. adquirir recursos geográficos
3. explorar datos geográficos
4. analizar información geográfica
5. actuar sobre el conocimiento geográfico.

La tesis doctoral de Tim Favier (2011) se ha realizado sobre un esquema ampliado del anterior:

1. preguntar cuestiones geográficas
2. adquirir recursos geográficos
3. visualizar datos geográficos
4. procesar datos geográficos
5. responder cuestiones de naturaleza geográfica
6. presentar los resultados del proceso de indagación geográfica.

Fabián Araya (2013) ha redefinido ese esquema relacionándolo con estrategias docentes para el desarrollo de habilidades de pensamiento espacial sistémico relacionadas con el desarrollo sostenible:

1. observar el entorno geográfico
2. comprender el entorno geográfico
3. analizar el entorno geográfico
4. interpretar el entorno geográfico
5. actuar sobre el entorno geográfico

Por su parte, Luc Zwartjes presentó en el Congreso del Grupo de Didáctica de la Geografía de la AGE (2012) un esquema similar al anterior, basado en el currículo de Geografía en Flandes:

1. percibir el espacio geográfico
2. analizar el espacio geográfico
3. estructurar el conocimiento geográfico
4. aplicar el conocimiento geográfico

Finalmente, el documento sobre investigación en educación geográfica (Bednarz et al, 2013) ha propuesto una secuencia que tiende a simplificar las anteriores:

1. formular preguntas geográficas
2. adquirir, organizar y analizar información geográfica
3. explicar y comunicar procesos y patrones geográficos

Dos referencias adicionales deben ser tenidas en cuenta para comprender que los procesos de aprendizaje basados en la metodología activa y el aprendizaje por descubrimiento contribuyen decididamente a la conformación del conocimiento geográfico en la mente del alumno. En primer lugar, la secuencia de características del aprendizaje por descubrimiento utilizando la geoinformación a partir de experiencias reales en el aula (De Miguel, 2013). Por otra parte, Margaret Roberts (2013) explica que la adquisición del conocimiento geográfico en los alumnos de secundaria debe partir de crear necesidades intelectuales, seguir por el uso de datos e información geográfica a la que los alumnos le dan sentido por medio de análisis y explicaciones geográficas, y concluir por evidencias de aprendizaje sobre los procedimientos utilizados.

Todo ello nos lleva a la necesidad de avanzar en la construcción de un conocimiento geográfico potente –*powerful knowledge*– (Lambert et al., 2015) basado en el refuerzo de la creatividad y la innovación de los profesores de Geografía a la hora de diseñar proyectos curriculares que vayan más allá de la rigidez de los marcos normativos o de los libros de texto. Así, junto a la adquisición de un conocimiento geográfico

estructurado en las ramas de la disciplina referente (geografía física, geografía humana, geografía regional), la utilización de tecnología de la geoinformación permite la comprensión de un conocimiento basado en la contradicción multiescalar del mundo actual (de la local a la global), pero especialmente adquirir un conocimiento geográfico de la época contemporánea a través de proyectos que analicen los principales retos socio-espaciales a los que se enfrenta hoy en día la humanidad (De Miguel, 2014b).

6. INDICADORES PARA LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN GEOGRÁFICA A PARTIR DE EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS BASADAS EN LA GEOINFORMACIÓN

Como conclusión de lo anterior, proponemos una serie de indicadores que nos permitan verificar la hipótesis de la mejora de la calidad de la construcción del conocimiento geográfico, así como de la obtención de mejores resultados de aprendizaje en alumnos de secundaria que han utilizado tecnologías de la geoinformación y SIG en el aula de Geografía. Estos mismos parámetros contribuyen a fomentar la ciudadanía espacial –*spatial citizenship*– (Gryl, Jekel y Donert, 2010) basada en tres dimensiones: manejo de técnicas y métodos de información espacial, evaluación y reflexión sobre las representaciones espaciales, y comunicación y participación ciudadana con representaciones espaciales. En otras palabras, se pretende que los alumnos no sólo aprendan geografía sino neogeografía, en tanto que una disciplina colaborativa de cartografía en la red, y de este modo no sean sólo receptores del conocimiento sino productores o reproductores del mismo.

- visualizar
- manipular: posición, escalas
- ajustar la orientación
- localizar
- justificar la localización
- reconocer distribuciones
- identificar formas/patrones
- conectar lugares
- establecer redes
- asociar/relacionar fenómenos
- establecer semejanzas/diferencias
- establecer jerarquías
- realizar croquis
- comparar mapas
- superponer capas
- ocultar capas
- recordar y representar diseños
- establecer regiones
- establecer zonas de influencia
- identificar regularidades
- señalar localización aleatoria
- señalar conjuntos (*cluster*)
- señalar dispersión
- medir distancias / proximidad
- identificar dependencias
- señalar gradientes

Figura 2. Parámetros de pensamiento espacial que sirven para la investigación en educación geográfica. Elaboración propia.

Una vez establecidos el marco conceptual y los parámetros de aplicación en las herramientas de geoinformación, se está en proceso de experimentación en el aula con alumnos de secundaria de geografía, principalmente del curso de 3º de ESO. Diversas aplicaciones están permitiendo llevar a cabo proyectos de indagación geográfica de naturaleza diversa: la herramienta cartográfica HyperAtlas para el estudio geográfico de los desequilibrios territoriales en Europa, la combinación de Iberpix y Google Earth en la visualización y edición de itinerarios didácticos obtenidos en rutas GPS, el proyecto sobre el aprendizaje geográfico de las ciudades inteligentes con ArcGIS online, así como el Atlas Escolar en ArcGIS on line en proceso de elaboración. Todo ello nos permitirá implementar un laboratorio didáctico de naturaleza geoespacial y obtener conclusiones sobre las oportunidades y retos de un aprendizaje geográfico renovado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Araya, F. (2013). "Estrategias docentes para el desarrollo de habilidades de pensamiento espacial en República Dominicana y Chile". *Revista Geográfica de Valparaiso*, 47: 27 – 41.
- Bednarz S., Heffron, S., Huynt, N.T. (Eds) (2013): *A road map for 21st century geography education: Geography education research (A report from the Geography Education Research Committee of the Road Map for 21st Century Geography Education Project)*. Washington, DC: Association of American Geographers.
- Bednarz, S. 2004. *Geographic information systems: A tool to support geography and environmental education?* *GeoJournal* nº 60, pp. 191-199.
- Comes, P. 1998. "El espacio en la didáctica de las Ciencias Sociales". En Trepát, C. y Comes, P. *El tiempo y el espacio en la didáctica de las Ciencias Sociales*. Barcelona: Graó, pp. 123-190.
- De Miguel, R. (2014a). "Innovative Learning Approaches to Secondary School Geography in Europe: New Challenges in the Curriculum". En De Miguel R. y Donert, K. (eds.), *Innovative Learning Geography. New challenges for the 21st Century*, Newcastle-upon-Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 21-38.
- De Miguel, R. (2014b). "Unidad y diversidad en la educación geográfica". *Didáctica Geográfica* 15:17-21.
- De Miguel, R. (2013). "Aprendizaje por descubrimiento, enseñanza activa y geoinformación: hacia una didáctica de la geografía innovadora". *Didáctica Geográfica* 14: 17-36.
- ESRI. (2003). *Geographic Inquiry: Thinking Geographically*. Environmental Systems Research Institute Inc.
- Favier, T. (2011). *Geographic Information Systems in inquiry-based secondary geography education*. Enschede: Ipskamp.
- Gersmehl, P. (2006). "Wanted: A concise list of neurologically defensible and assessable spatial thinking skills". *Research in Geographic Education* 8:5-38.
- Golledge, R. G. & Stimson, R. J. (1997) *Spatial Behavior: A Geographic Perspective*. New York: Guilford Press.
- Gryl, I., Jekel, T. y Donert, K.(2010). "GI & Spatial Citizenship". En Jekel, T., Koller, A., Donert, K. y Vogler, R. ed. *Learning with GI V*, Berlin: Wichmann, pp. 2-11.
- Hubbard P., Kitchin R., Bartley B., Fuller, D. (2002). *Thinking Geographically: space, theory and contemporary human geography*. London & New York, Continuum.
- Kerski, J. (2011). "Sleepwalking into the Future – The Case for Spatial Analysis Throughout Education". En Jekel, T, Koller, A., Donert, K. y Vogler, R. (eds.) *Learning with GI 2011*. Berlín: Wichmann Verlag.
- Kolvoord, R. (2012). "Integrating Geospatial Technologies and Secondary Student Projects: The Geospatial Semester" *Didactica Geografica* 13: 57-67.
- Lambert, D., Solem, M. y Tani, S. (2015) "Achieving Human Potential Through Geography Education: A Capabilities Approach to Curriculum Making in Schools". *Annals of the Association of American Geographers*, 0(0) 2015, pp. 1–13.
- Lee, J. y Bednarz, R. (2009) "Effect of GIS Learning on Spatial Thinking", *Journal of Geography in Higher Education*, 33:2, 183-198

- Marrón, M.J.(2011) “Educación geográfica y formación del profesorado. Desafíos y perspectivas en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior”. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles nº 57, pp. 313-341.
- National Research Council (NRC). (2006). Learning to think spatially. GIS as a Support System in the K-12 curriculum. Washington, DC: National Academies Press.
- Patterson T. (2007) “Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool”, *Journal of Geography*,106:4, 145-152.
- Roberts, M. (2013). *Geography Through Enquiry: Approaches To Teaching and Learning In The Secondary School*, Sheffield, Geographical Association.
- Sebastia, R. (2014). “Ideas previas y aprendizaje significativo en la enseñanza de la Geografía”. En Martínez, R. y Tonda, En Nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas para la educación geográfica. Grupo de Didáctica de la Geografía (A.G.E.) y Universidad de Córdoba, 15-73.
- Souto, X.M. (1998). *Didáctica de la Geografía. Problemas sociales y conocimiento del medio*. Barcelona: Serbal.
- Zwartjes, L. (2012). “Creating a learning line on spatial thinking in education”. En De Miguel. R., De Lázaro, M.L. y Marrón, M.J. (eds.) *La educación geográfica digital*. Zaragoza: Grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad de Zaragoza, pp. 675-690.