

Las técnicas de Minería de datos, Imágenes 3D, Sistemas de Información Geográfica y Estadística espacial aplicadas a la Innovación Educativa

Techniques of Data Mining, 3D Images, Geographic Information Systems and Spatial Statistics applied to Educational Innovation

M. Carmen Morillo Balsera, Iñigo Molina Sánchez, César García Aranda, Sandra Martínez Cuevas
mariadelcarmen.morillo@upm.es , inigo.molina@upm.es,
cesar.garciaa@upm.es , sandra.mcuevas@upm.es

Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía
ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

Resumen- El objetivo de este artículo es analizar como las nuevas tecnologías: Minería de datos, Imágenes 3D o Videos digitales, Sistemas de Información Geográfica (datos georreferenciados) y Estadística espacial, han cambiado y mejorado la Innovación Educativa. Sin embargo, hay que destacar la “poca presencia” de aplicación de la Estadística espacial en España en los trabajos de investigación de Innovación Educativa. El objetivo de este trabajo ha sido investigar las causas más importantes de la no aplicación de esta estadística, detectándose que hay una falta de formación en Secundaria y Bachillerato, así como en la etapa universitaria, tanto en alumnos, como en profesores. Y por ello, se proponen soluciones para la mejora en la utilización y aplicabilidad de la Estadística espacial en los trabajos de Innovación Educativa en España.

Palabras clave: *Minería de datos, Imágenes 3D o Videos digitales, Sistemas de Información Geográfica, Estadística espacial e Innovación Educativa.*

Abstract- The aim of this work is to analyze how the new technologies: Data Mining, 3D Images or Digital Videos, Geographic Information Systems (georeferenced data) and Spatial Statistics, has changed and improved the current trends in Educational Innovation. Nevertheless, it is necessary to emphasize the "lack" of application of Spatial Statistics in Spanish researches focus on Educational Innovation. In this study the most important causes of non-application of this topic are investigated, and it has been detected an absence of this kind of education during Secondary and High School grades, which can also be extended university studies and affects both, students and teachers. Therefore, solutions are proposed for the improvement in the use and applicability of Spatial Statistics in the field of Educational Innovation in Spain.

Keywords: *Data mining, 3D Images or Digital Videos, Geographic Information Systems, Spatial Statistics and Educational Innovation.*

1. INTRODUCCIÓN

En los trabajos e investigaciones realizados en España en Innovación Educativa, el tratamiento de los datos estadísticos se realiza de forma convencional a través de medidas descriptivas estadísticas de tendencia central, de posición y dispersión o variabilidad, así como los análisis de correlación y regresión.

Las nuevas tecnologías referentes a la gran cantidad de datos georreferenciados, están introduciéndose actualmente en la Innovación Educativa, y de forma más lenta, la Estadística espacial.

Se puede ver como la tecnología de la Minería de datos, que es una técnica convencional, ya se viene aplicando en los últimos años en la Innovación Educativa. La Minería de datos Educativos (“EDM” por sus siglas en inglés Educational Data Mining) ha sido una disciplina emergente, que se centra en el desarrollo de métodos para explorar los datos procedentes, en nuestro caso, del contexto educativo. En los últimos años, desde distintos ámbitos (que incluyen informática, estadística y educación), se ha estado investigando sobre cómo la Minería de datos puede mejorar la educación (Delgado, 2015). La utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) en la educación, trae aparejado la generación de bases de datos educativas, que al aplicarse los algoritmos de Minería de datos, conforman una nueva área de estudio denominada Minería en Redes Educativas (Educational Networks Mining)(Omar Sosa, 2013). Por tanto, se puede decir que es una técnica que se viene utilizando con alta eficiencia, actualmente, en las redes educativas, bien para predecir el rendimiento de los alumnos, como para identificar tendencias y patrones interesantes o comprender mejor las formas en que la información se propaga por Internet, etc.

Otra tecnología, introducida en los últimos años, es la tecnología de diseño e impresión 3D, vinculada a los procesos educativos. La Consejería de Educación de Castilla y León, a

través de su Dirección General de Innovación y Equidad Educativa, ha puesto en marcha de forma experimental, en este curso que finaliza (2016-2017), un proyecto cuya finalidad está siendo utilizar la tecnología de diseño e impresión 3D con la metodología de trabajo por proyectos, para resolver pequeños retos de aprendizaje multidisciplinarios, ya que apuestan por esta tecnología para el fomento de la creatividad en los alumnos y la capacidad de resolver problemas, generando más participación, captación y focalización del interés de los alumnos. Al mismo tiempo, facilita la tarea docente y, finalmente, promueve la colaboración y el trabajo cooperativo e interdisciplinar entre diferentes materias y departamentos. Además, hay cursos online y máster, por ejemplo el curso: “3D Innovación Educativas en Competencias Digitales”, acreditado por la Universidad Rey Juan Carlos o el máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales de la Universidad Internacional de La Rioja. Así como destacar las técnicas de gamificación educativa, donde los entornos formales introducen recursos propios de los no formales, con el fin de potenciar un aprendizaje significativo (Díaz, 2015).

También es necesario añadir a las anteriores el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG o en inglés GIS Geographical Information Systems), constituyendo otra de las mayores revoluciones dentro del campo de la Geografía y puede considerarse insertada dentro de lo que se denomina actualmente, la “Sociedad de la Información” (Gutiérrez y Gould, 1994). En general, los Sistemas de Información Geográfica son definidos como un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permite la gestión de datos organizados en bases de datos referenciadas espacialmente (Otero, 1999). Tal vez es la necesidad de esta conciencia espacio-temporal, la que subyace bajo el éxito fulminante de las herramientas sociales vinculadas a la georreferenciación y/o localización espacial, generando necesidad de apoyo en “el mapa temporal de nuestro devenir” (Blanco, 2013).

Como consecuencia, las tecnologías anteriormente mencionadas, han permitido un gran avance en los trabajos de Innovación Educativa.

La Minería de datos ha permitido realizar tratamiento estadísticos clásicos en estratos académicos, que pueden ser de tamaño muy grandes si se trata a nivel institucional o considerable como las que se desarrollan en una asignatura. Los SIG y las imágenes 3D, han permitido incorporar los conceptos de geolocalización, técnicas todas ellas con gran aplicación en España y en los trabajos de Innovación Educativa.

Es evidente que la Geoestadística, o en sentido más amplio la Estadística espacial, es la complementación entre la Estadística clásica y los SIG, siendo sorprendente que esta interacción, que genera una gran aplicabilidad, no se haya utilizado en España, hasta el momento, de forma general o que esta técnica se haya utilizado de forma muy escasa en los trabajos realizados en nuestro país.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que la Geoestadística es una de las tecnologías menos utilizada en Innovación Educativa en España, pero no menos importante. La Estadística espacial, cuyo objetivo es el análisis estadístico sobre datos espaciales, es una ciencia aplicada, que estudia las variables distribuidas espacialmente, partiendo de una muestra representativa del fenómeno en estudio. Nació en la década de

los 50 como una tecnología aplicada en minería, con el fin de evaluar las reservas minerales útiles (Londoño, 2012). Hoy en día tiene multitud de aplicaciones, ejemplo de ellos son los autores: Xie (2012) y Karanlık (2011) en agronomía, Wang (2007) en geociencias, Rivoirard (2001) en oceanografía, Zimmerman (2005) en medio ambiente y Morillo (2016) en viviendas rurales en Murcia, entre otros.

La referencia geográfica de los datos no es inocua; muy al contrario, lleva consigo una importante cantidad de información que puede ser, y de hecho lo es, de gran relevancia para el investigador (Montero, 2008). Siendo el objetivo principal encontrar información relevante para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, las nociones impartidas sobre SIG, así como, el Análisis y Procesamiento matemático y estadístico de la información, que tienen, obviamente, una variabilidad espacial y temporal, genera en los educandos un conjunto de inquietudes y debilidades que se hacen evidentes al tener que incluir, dentro del análisis estadístico, variables que se caracterizan por tener: localización, anisotropía y continuidad. Características inherentes a los hechos geográficos (González, 2007).

Es necesario resaltar que el objetivo de este trabajo ha sido poner de manifiesto la escasa utilización en España de las técnicas geoestadísticas aplicadas a las investigaciones y trabajos en Innovación Educativa. Identificar las causas, proponer soluciones para enriquecer y potenciar la Estadística espacial dentro de la Innovación Educativa, ha consistido fundamentalmente el desarrollo de este trabajo y de los siguientes apartados de este artículo.

2. CONTEXTO

Actualmente los datos georreferenciados y concretamente la aplicación de estos datos en la Minería de datos, que según Fayyad et al. (1996) “es un proceso no trivial de identificar patrones, válidos, novedosos, potencialmente útiles, entendibles y comprensibles a partir de los datos” están siendo aplicados, como dijimos anteriormente, en el sector educativo, cubriendo los siguientes objetivos principales (Omar Sosa, 2013): determinando la efectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje, estableciendo los patrones de comportamiento de los alumnos y ajustando los contenidos en forma adecuada para lograr un mejor entendimiento de los conceptos. Encontrando características similares en los integrantes del curso y estableciendo preferencias en los métodos desarrollados para la transmisión de contenidos. Por otro lado, evaluando cuantitativamente las metodologías pedagógicas utilizadas y favoreciendo la motivación en los alumnos. Al mismo tiempo mejorando el diseño de las actividades previstas y los software educativos.

También la divulgación y contenido 3D en información educativa está creando un repositorio en un entorno virtual. La idea de disponer de acceso online a elementos multimedia como pueden ser fotos, videos u objetos 3D, ha ido evolucionando a lo largo de los últimos años. Actualmente, existen múltiples servicios de repositorios web de fotos como por ejemplo Picasa, Pinterest, Instagram, OpenPhoto, etc. En el año 2005 se crea el servicio web YouTube, uno de los primeros repositorios de videos dirigido al usuario particular, actualmente es una de las páginas más visitadas de internet y la más utilizada en la categoría de videos. Tanto los servicios

de imágenes como los de video han incorporado en los últimos años la posibilidad de visualizar sus contenidos desde dispositivos móviles (Saorín, 2016).

Por tanto, la utilización de las imágenes para la mejora de la calidad en la docencia, está siendo un esfuerzo continuado por parte de los docentes. Sobre todo, hay herramientas de visualización en todas las categorías científicas, y especialmente dentro del ámbito biológico, marino, geológico, con réplicas en Paleontología,... En general, se puede decir, que los medios digitales interactivos son un buen complemento para la formación del alumnado.

Por otro lado, y aquí queremos hacer especial énfasis sobre la geoinformación, entendida como información de contenido geográfico, como afirma Moreno (2010), se ha desarrollado de manera rezagada en el contexto de la Sociedad de la Información, aunque su expansión se ha acelerado en los últimos años, como señalan González y Lázaro (2011), coincidiendo con el impulso de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) a partir de la Directiva INSPIRE de la Unión Europea y su trasposición a la normativa española a través de la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE). En este proceso ha jugado un papel muy importante la difusión de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), y sobre todo, la popularización de aplicaciones basadas en el geoposicionamiento en los dispositivos móviles. Moreno (2013) afirma que la evolución geotecnológica es “la causa de los cambios de mayor calado que en nuestra disciplina se está produciendo recientemente”, llegando a postular un rango epistemológico para este cambio en la praxis científica de la Geografía.

De esta manera, son numerosos los ejemplos de distintos sistemas educativos internacionales en los que desde hace años se ha introducido el uso de las Tecnologías de la Información Geográfica, y por tanto, de la geoinformación, en los desarrollos curriculares propios de los niveles educativos medios e incluso en primaria. Así en las obras de Milson et al. (2012) y de Miguel y Donert (2014) se señalan numerosos ejemplos de utilización de las TIG en la educación secundaria en distintos países, como herramienta clave para el análisis de la geoinformación, especialmente mediante el uso de SIG. Se constata por lo tanto, la evolución de la geografía académica tradicional en sus respectivos sistemas educativos medios, hacia una geografía práctica, con el objetivo de alcanzar las competencias espaciales básicas desarrollando el pensamiento espacial y la ciudadanía espacial a través del uso de las TIG. Sin embargo en España, como se ha puesto en evidencia en las sucesivas reformas educativas y sus correspondientes modificaciones de los currículos, estas innovaciones no han sido introducidas en el Sistema Educativo, quedando la geografía reducida a una mera recopilación académica de datos geográficos.

En el artículo titulado: “La geoinformación como base para proyectos de innovación docente en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato” (Buzo, 2015), se realiza un análisis comparativo del currículo español con el de otros países de nuestro entorno, como el realizado por de Miguel (2014) que estudia los currículos de seis países europeos (Reino Unido, Alemania, Finlandia, Francia, Italia y Portugal), concluyendo que entre otros aspectos, en los países analizados “hay una fuerte presencia de las habilidades y métodos propios del trabajo geográfico, así como de la recogida, tratamiento y

expresión de la información geográfica en sus cuatro ámbitos principales: literaria, gráfica, estadística y especialmente cartográfica, incluyendo las nuevas tecnologías, los SIG y todas las posibilidades que ofrece la geoinformación”, mientras que en España esta cuestión pasa desapercibida en el currículo, y no se cita expresamente, sino solamente a través de perífrasis del tipo “fuentes procedentes de las tecnologías de la información y la comunicación”.

Los parámetros clásicos estadísticos, aunque valiosos, no suministran información sobre la posición en el espacio de los datos, es decir, cómo se distribuyen los valores de las propiedades en el área estudiada (González, 2007). También debemos señalar, la percepción de que existe una visión estereotipada de la Geoestadística como una ciencia difícil y alejada de la formación clásica de los profesores, como consecuencia de una introducción tardía en la formación básica en estos profesores.

Puede ser que la falta de formación en el Sistema Educativo español de los SIG, posiblemente, sea una de las causas de la no utilización de la Estadística espacial.

Es necesario destacar como en los proyectos de Innovación Educativa se utilizan la georreferencia y sus valores asociados a los puntos. Por tanto, sería muy interesante para los proyectos futuros de innovación, introducir estas formas de trabajar, completando los estudios clásicos de estadística con desarrollos geoestadísticos para enriquecer y potenciar los trabajos y es en este punto donde está nuestra apuesta y desafío.

3. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS

A continuación describimos los artículos y resultados, que hemos considerados más relevantes y que ponen en evidencia la utilización de estas tecnologías en la Innovación Educativa.

Como resultados de la aplicación en Minería de datos, exponemos, algunos artículos recogidos en el 8th International Conference on Educational Data Mining (EDM, 2015), publicados:

- Tsytzarau, M. (2012). Survey on mining subjective data on the web. La idea principal de este trabajo es: el seguimiento de cómo las opiniones o discusiones evolucionan con el tiempo y pueden ayudarnos a identificar tendencias, patrones interesantes y comprender mejor las formas en que la información se propaga en Internet. Citado por 245.
- Wang, P. (2015). Link prediction in social networks: the state-of-the-art. El objetivo de este trabajo fue revisar, analizar y discutir exhaustivamente el estado de la técnica de la predicción de enlaces en las redes sociales. Citado por 22

Artículos que recogen la utilización de Imagen 3D o videos:

- Saorín, J. L. (2016). Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste. Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias.

- Andrade Lotero, L. (2012). *Tocar o Mirar: Comparación de Procesos Cognitivos en el Aprendizaje con o sin Manipulación Física*. El presente estudio describe los procesos cognitivos que se presentan cuando se aprende a partir de la manipulación física. Citado por 5.

Artículos que recogen la tecnología de SIG en Innovación Educativa:

- Bednarz, S. (1997). *Ten things higher education needs to know about GIS in primary and secondary education*. Este artículo examina el estado de los esfuerzos para implementar el SIG en la educación de Kindergarten a Grado 12 (K-12) en los Estados Unidos. La adición de Paul Heinrich que sigue este trabajo compara las experiencias de los EE.UU. y el Reino Unido en la difusión de SIG en las escuelas primarias y secundarias. Citado por 65.
- Buzo Sánchez, I. (2015). *La Geoinformación como base para proyectos de innovación docente en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato*. Destaca la importancia de la Geoinformación como elemento básico para trabajar la investigación e innovación docente en los tramos preuniversitarios, favoreciendo entre el alumnado su pensamiento espacial y crítico. Citado por 2.

Se puede observar la evolución de la preocupación en la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica en educación secundaria y bachillerato. En Estados Unidos esta preocupación aparece en 1997 y en España hay que alcanzar el 2014 para detectar la preocupación por esta formación.

Es difícil encontrar trabajos donde se aplique la Estadística espacial a la Innovación Educativa como venimos sosteniendo. Los trabajos escasean y en el ámbito nacional aparece un desierto en esta aplicabilidad al compararla con las otras técnicas de las que venimos tratando: Minería de datos, Imágenes 3D, Vídeos Digitales,... Sin embargo, hemos seleccionado los siguientes artículos:

- Hagerstrand, T. (1968). *Innovation diffusion as a spatial process*. La selección de este artículo es debido a ser un artículo de referencia e histórico, donde se aplica la Estadística espacial. Es curioso el número de veces que es citado este artículo, aumenta a partir del año 2002, el año más veces citado es el año 2013 con 137 citas. Citado por 2384.
- Cabrer-Borrás, B. y Serrano-Domingo, G. (2007). *Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: A spatial approach*. Este artículo analiza los patrones espaciales de innovación en el comercio, sus interdependencias y evoluciones regionales, así como su papel en la determinación de la innovación local en las regiones españolas. Citado por 105.

La incorporación de la Estadística espacial en los trabajos de Innovación Educativa en España, proporcionaría una información complementaria de cómo “lo próximo” influye y de cómo se puede visualizar y predecir lo que puede ocurrir en puntos donde no se tiene información. Al mismo tiempo,

proporcionando datos complementarios, priorizando parámetros, generando mapas y visualizaciones adicionales.

4. CONCLUSIONES

Como conclusiones finales que se ha podido detectar en el estudio de este artículo, que las tecnologías de la Minería de datos, Imágenes 3D o Vídeos digitales, Sistemas de Información Geográfica y Estadística espacial, han cambiado y mejorado la Innovación Educativa, entendiendo la Innovación Educativa, como la aplicación de una idea que produce un cambio planificado en procesos, servicios o productos que generan mejora en los objetivos formativos (Sein-Echaluze, 2016).

Las tecnologías de la Minería de datos, Imágenes 3D o Vídeos, son utilizadas en la Innovación Educativa en el ámbito nacional de manera habitual. En cambio, los SIG, y como consecuencia la Estadística espacial y concretamente la Geoestadística, no están siendo usualmente utilizada.

Las causas más importantes, que se han podido detectar a lo largo de este trabajo, como impedimentos a la utilización de esta tecnología, han sido:

- La falta de formación en los SIG, así como la necesidad de una introducción al mundo de la Estadística espacial en Educación secundaria y Bachillerato son causas básicas que están impidiendo la utilización posterior de esta técnica.
- Últimamente, la formación en los grados y máster universitario está potenciado la utilización de esta tecnología. Es notable la falta de formación, en general, del profesorado universitario en esta ciencia y especialmente los dedicados a la Innovación Educativa.
- Es evidente y necesario señalar que los conceptos Geoestadísticos no son tan intuitivos. El concepto del variograma (como una herramienta que permite analizar el comportamiento espacial de una propiedad o variable sobre una zona dada), como base de la Geoestadística, no está lo suficientemente arraigado en la formación en las ingenierías.
- La percepción de esta técnica como una super-especialidad, difícil de manejar, es una sensación presente de forma continua.
- La falta de accesibilidad a ciertos programas informáticos potentes en esta tecnología, impide su aplicabilidad. No obstante, existe software libres que proporciona herramientas para paliar el defecto anterior, permitiendo su accesibilidad (ejemplo R,...).

Por todo lo anterior, las medidas para potenciar soluciones dirigidas hacia una mayor utilización y aplicabilidad en los trabajos de Innovación Educativa, son las siguientes:

- Incorporación de una introducción conceptual en el Bachillerato, junto a la Estadística clásica, de la Estadística espacial.
- Desarrollo de: Enseñanza Asistida por Ordenador, Hipermedia, Teleformación, Web 2.0,

Cloudcomputing, MOOC, para la Estadística espacial.

- Una mayor formación en estas Ciencias y en su aplicabilidad en los programas de los másteres universitarios.
- La necesidad de promocionar científicamente la enseñanza de esta ciencia entre los profesores de Universidad, para tener una visión actual y georreferenciada de los problemas estadísticos.
- Facilitar el acceso desde la Universidad, a todo el potencial informático que se ofrece en esta tecnología, donde a veces aparecen problemas de gestión.

La consecución de este objetivo, permitiría experimentar un enriquecimiento en los trabajos de Innovación Educativa, donde se vengán aplicando de forma convencional los SIG, pues aparecerían resultados innovadores al aplicar estas técnicas como consecuencia del potencial que presenta actualmente los software existentes, donde la geolocalización y la priorización de las características principales mediante mapas y visualizaciones, proporcionan una comprensión global del trabajo.

REFERENCIAS

- Andrade, L., Espitia, C., Huertas, E. A., Aldana, D. R. & Bacca, P. A. (2012). *Tocar o Mirar: Comparación de Procesos Cognitivos en el Aprendizaje con o sin Manipulación Física*. Revista Psicología Educativa. Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid ISSN 1135-755X, Vol. 18, Nº. 1, 2012, págs. 29-40.
- Bednarz, S. W., & Ludwig, G. (1997). Ten things higher education needs to know about GIS in primary and secondary education. *Transactions in GIS*, 2(2), 123-133.
- Blanco, V. P. (2013). Integración de GIS (sistemas de georreferenciación de la información) y localización espacial en prácticas pedagógicas y lúdicas vinculadas a museos/Integratiton of GIS (Geographic Information System) and locative tools in pedagogical and ludic practices for museums. *Arte, individuo y sociedad*, 25(1), 121-133.
- Buzo Sánchez, I. (2015). *La geoinformación como base para proyectos de innovación docente en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 1301-1310* Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8.
- Cabrer Borrás, B., & Serrano-Domingo, G. (2007). Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: A spatial approach. *Research Policy*, vol. 36 (9), 1357-1371.
- de Miguel, R. & Donert, K. (2014). *Innovative Learning Geography in Europe: New Challenges for the 21st Century*. Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing.
- de Lázaro, M. L., & Gaite, T. M. J. M. (2013). Innovación en la enseñanza de la geografía ante los desafíos sociales y territoriales. R. de Miguel González (Ed.). *Institución "Fernando el Católico"*.
- Delgado Méndez, C. (2015). A un Clic de las TIC. Recuperado de: <http://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/soy-minero-de-datos-educativos/>
- Díaz, V. M. (2015). La gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, (27), 0-0.
- Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., & Smyth P. (1996). *From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases*. American Association for Artificial Intelligence. All rights reserved. 0738-4602-1996.
- González Tovar, J. R., Guerra, G., Ali, F., & Gómez, H. (2007). *Concepto básicos de geoestadística en geografía y ciencias de la tierra: manejo y aplicación*. Geoenseñanza, 12, 1.
- González, M. J. G., & Lázaro, M. L. (2011). La geoinformación y su importancia para las tecnologías de la información geográfica. *Ar@cne: revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales*.
- Gutiérrez, J. & Gould, M. (1994). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Hagerstrand, T. (1968). *Innovation diffusion as a spatial process*. University of Chicago Press. ISBN 978-0226312613. Chicago, Estados Unidos.
- Karanlık, S., Ağca, N., & Yalçın, M. (2011). Spatial distribution of heavy metals content in soils of Amik Plain (Hatay, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 173(1), 181-191.
- Londoño, L. A. & Valdés, J. C (2012). *Geoestadística Aplicada*. Ed. Académica Española.
- Omar Sosa, M., Sosa Bruchmann, E. C. & Marcelo Vega, R. (2013). *Minería de datos en Redes Educativas*. XV Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación.
- Milson, A. J. (2011). *SIG en la Nube: WebSIG para la enseñanza de la Geografía*.
- Milson, A. J., Demirci, A., & Kerski, J. J. (Eds.). (2012). *International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools*. New York: Springer.
- Montero Lorenzo, J. M. & Larraz Iribas, B. (2008) *Introducción a la Geoestadística Lineal*. Ed. Netbiblo S.L.
- Moreno, A. (2010): *Geofocus: Diez años en el camino hacia la sociedad de la geoinformación*. *Geofocus*, 10, 1-6.
- Moreno, A. (2013). Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: Una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones Geográficas*, 60, 5-36.
- Morillo, M. C., García-Cepeda, F., Martínez-Cuevas, Molina I. & García Aranda, C. (2016) *Geostatistical study of the rural property market applicable to the region of Murcia (Spain Appl.) Spatial Analysis*.

- Omar Sosa, M., Sosa Bruchmann E. C. & Marcelo Vega, R. (2013). Minería de datos en Redes Educativas. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).
- Otero, I. (1999). Paisaje, Teledetección y SIG. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar.
- Rivoirard, J., & Wieland, K. (2001). Correcting for the effect of daylight in abundance estimation of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) in the North Sea: an application of kriging with external drift. *ICES Journal of Marine Science*, 58(6), 1272-1285.
- Saorín, J. L., de la Torre-Cantero, J., Meier, C., Díaz, D. M., Castillo, C. R., & de León, A. B. (2016). Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste. Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias/Creation, Visualization and 3D Printing of Online Collections of Three Timensional Educative Models with Low-Cost Technologies. *Practical Case of Canarian Marine Fossil Heritage. Education in the Knowledge Society*, 17(3), 89.
- Sein-Echaluce, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., & Alves, G. (2016). Technology behaviors in education innovation.
- Tsytsarau, M., & Palpanas, T. (2012). Survey on mining subjective data on the web. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 24(3), 478-514.
- Wang, L. & Sui, T. Z. (2007). Application of data mining technology based on neural network in the engineering. *Proceedings of International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, Shanghai, China, 21–25; pp. 5544–5547.
- Wang, P., Xu, B., Wu, Y. & Zhou, X. (2015). Link prediction in social networks: the state of the art. *Science China Information Sciences*. Vol. 58, pp. 11101-11139.
- Xie, Y. F., Li, X. W., Wang, J. F., Christakos, G., Hu, M. G., An, L. H., & Li, F. S. (2012). Spatial estimation of antibiotic residues in surface soils in a typical intensive vegetable cultivation area in China. *Science of the Total Environment*, 430, 126-131.
- Zimmerman, D. L., & Holland, D. M. (2005). Complementary co-kriging: spatial prediction using data combined from several environmental monitoring networks. *Environmetrics*, 16(3), 219-234.