



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

LA GEOINTELIGENCIA EN LAS AULAS DE INGENIERIA EN COLOMBIA

María Fernanda Bahamón, Julián Garzón Barrero, Gonzalo Jiménez Cleves

**Universidad del Quindío
Armenia, Colombia**

Resumen

Este trabajo pretende evaluar el paradigma de la geointeligencia como herramienta tecnológica de enseñanza y aprendizaje en las aulas de ingeniería en Colombia. Se inicia con la definición de los conceptos básicos de geomática y geointeligencia, planteando sus aplicaciones en diferentes disciplinas. Se analizan tres programas académicos de diferentes universidades del país a partir de la relación directa con la aplicación de la información geoespacial en sus planes de estudio, concluyendo con la necesidad de implementar la geointeligencia como herramienta tecnológica a fin de buscar fortalecimiento y actualización de los programas académicos para estar a la vanguardia de las necesidades de una sociedad que avanza a pasos agigantados.

Palabras clave: geointeligencia; geomática; decisiones espaciales

Abstract

This work aims to evaluate the geointelligence paradigm as a technological teaching and learning tool in engineering classrooms in Colombia. It begins with the definition of the basic concepts of geomatics and geointelligence, proposing their applications in different disciplines. Analyze three academic programs from different universities in the country from the direct relationship with the application of geospatial information in their study plans, concluding with the need to implement geointelligence as a technological tool in order to search for infrastructure and update academic programs to be at the forefront of the needs of a society that is advancing by leaps and bounds.

Keywords: geointelligence; geomatics; spatial decisions

1. Introducción

Es indiscutible que el conocimiento en el campo geoinformático ha cambiado en los últimos diez años y lo seguirá haciendo a mayor velocidad. La expansión de las disciplinas de ingeniería en Geomática que ha tenido lugar en los últimos años es un fenómeno paralelo a la propia extensión del componente geográfico como una de las áreas de mayor crecimiento global. Los eventos de la vida diaria no siempre siguen tendencias lineales. Nuevas teorías y métodos deberán ser estudiadas y aplicadas. Los contenidos de los planes de estudios deberán ajustarse continuamente. Esto requiere muchos recursos, que pueden no estar disponibles. Necesitamos de dos instrumentos cuya coherencia y dinámica depende de que se les mantenga articuladas (unidas, pero con alguna libertad de movimiento), la teoría tiene que ver con elaboraciones científicas que el hombre ha realizado como ser racional, y la práctica que está asociada con el ejercicio cotidiano y permanente de acciones para la ejecución de una obra. La práctica alimenta y retroalimenta a la teoría. La actualización del conocimiento se convierte en una tarea de toda la vida. Es difícil encontrar organizaciones de gobierno que no empleen los SIG y otras tecnologías de información geográfica de alguna manera para el manejo de sus activos y datos y para la toma de sus principales decisiones, lo cual no ocurría hace veinte años.

La aplicación de técnicas que involucran múltiples criterios para la toma de decisiones asociadas a temáticas de la cotidianidad ha aumentado en la última década. La necesidad de construir modelos de decisión avanzados con capacidades que puedan apoyar la toma de decisiones en un amplio espectro de aplicaciones, promueve la integración de las técnicas de minería de datos, geostatística y Sistemas de Información Geográfica (SIG). El proceso de jerarquía analítica se encuentra entre las técnicas más ampliamente adoptadas capaces de resolver desafíos complejos. Cómo aprender cosas nuevas, y acceder a la información requerida se vuelve muy importante. La industria cartográfica necesita graduados que puedan comunicarse en un equipo y actuar local y globalmente. Por lo tanto, las formas de enseñanza y aprendizaje tienen que considerar las nuevas condiciones.

La geointeligencia se refiere al análisis avanzado de datos obtenidos por sistemas de captura de información geoespacial sobre objetos y fenómenos temporales, modela grandes volúmenes de datos conducentes a la toma de decisiones inteligentes. “Los datos geoespaciales describen la localización de las cosas en la superficie de la Tierra, con sus rasgos o características. Las herramientas geoespaciales permiten gestionar y modelar estos datos para crear productos de visualización y análisis útiles en la gestión de los desastres.” (Viveros, 2018). La mayoría de los problemas de la sociedad además de su naturaleza intrínseca se asocian a la posición geográfica de su población, su diario vivir y sus recursos disponibles. El aumento desmedido de las temperaturas, la contaminación, o los riesgos por amenazas naturales tienen un alto componente espacial. “En el caso de la gestión del riesgo de desastres en las carreteras, es una necesidad urgente de utilizar todas las posibilidades de aumentar su eficacia, en vista de las crecientes amenazas en relación con las poblaciones humanas y sus actividades. Este es el avance de la contribución del conocimiento científico y su aplicación en las actividades humanas para evitar el desastre” (Diesel, 2013). Hoy tenemos mapas interactivos que indican en tiempo real el avance de una pandemia, drones que vigilan el desarrollo de obras de ingeniería o aplicaciones móviles que trazan la ruta más rápida para desplazamiento vehicular, el mundo como lo conocimos cambió, y

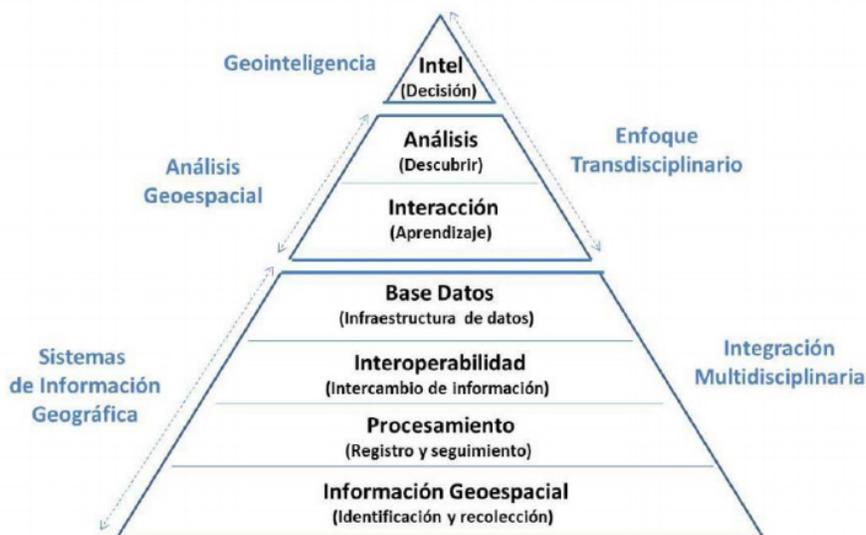
es necesario adaptarnos a esos cambios para seguir en él. El mercado de la inteligencia geoespacial se valoró en 31 mil millones de dólares en 2019 y se proyecta que alcance 74 mil millones para 2021. Estas tendencias han llevado a una explosión de oportunidades profesionales en el panorama de la geo inteligencia en todo el mundo. Esto llama fuertemente la atención de los programas académicos del país asociados con formación en geomática, desde la necesidad de desarrollar investigación como base para implementar políticas públicas apoyadas en geo inteligencia.

2. Definiciones y objetivo

Para comprender la relación que existe entre las herramientas tecnológicas geomática y geointeligencia se hace necesario definir estos términos:

Geomática: Es un término científico moderno que sirve para expresar la integración sistémica de técnicas y metodologías de adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada. También llamada información espacial. Estos datos espaciales provienen del análisis y de mediciones hechas con diversas técnicas empleadas en disciplinas como: topografía, geodesia, cartografía, teledetección o percepción remota, fotogrametría, geoestadística o análisis espacial, sistemas de posicionamiento global de navegación por satélite (GNSS) y SIG. (Aguirre, 2009).

Geointeligencia: de acuerdo con la Agencia de Inteligencia Geoespacial de Estados Unidos (National Geospatial Intelligence Agency) es el proceso de obtención y análisis de imágenes e información geoespacial con la finalidad de evaluar, describir y reflejar características físicas y actividades referenciadas geográficamente. Por su parte, la geointeligencia computacional es una integración de las ciencias de la computación y las ciencias de la información geoespacial cuyo objetivo es incrementar las capacidades para la minería de datos y su procesamiento mediante el estudio de la clasificación, asociación, agrupamiento y patrones secuenciales. Todo esto para desembocar en el análisis, interpretación, evaluación y visualización de la *data* georreferenciada con el fin de incorporarla en procesos de descubrimiento de conocimiento o a sistemas de información geográfica. (Comunicación, 2019).



Ariza, F. (2014). Definición de Geointeligencia (Figura 1)
Fuente: Conferencia inaugural del curso 2014 geomática- geointeligencia

3. Impacto

El conocimiento de datos en el lugar y tiempo real de diferentes eventos pueden ayudar a entenderlos, explicarlos y prevenirlos. El alcance de la geointeligencia se ha incrementado con el transcurso del avance tecnológico, la gran capacidad de captura de datos hace que los profesionales se planteen el siguiente desafío y es como obtener, analizar, sintetizar e interpretar estos datos en inteligencia significativa y útil, es por ello que ahora se habla de "Big Data". (Unidad de Formación a Distancia, 2019).

4. Aplicabilidad de la geointeligencia

Hoy en día, el área de acción de la geointeligencia está directamente vinculada al desarrollo de las diferentes ámbitos públicos y privados, entre otros; debido al alcance de esta herramienta tecnológica que está orientada a brindar información exacta, para la toma de decisiones de manera asertiva. Entre sus campos de aplicabilidad se pueden citar:

Aplicaciones y servicios en el ámbito público: Planificación del territorio, gestión inteligente de las infraestructuras, los edificios, las ciudades, catastro, registro de la propiedad, salud pública, gestión de eventos, emergencias, seguridad, protección civil, policía.

Aplicaciones y servicios en el ámbito privado: Edificación e industria, patrimonio, localización de personas y objetos, negocios, geomarketing, control de flotas

Otras aplicaciones y servicios: medio ambiente, militares, cooperación, ocio y juegos, investigación. (Ariza Lopez, 2014)

Detección de irregulares y clientes fraudulentos. A través del uso de plataformas diseñadas para trabajar con geointeligencia en las que se combinan datos generales, información de la propiedad y descripción del propietario, se hace posible la identificación de variables de relevancia que favorecen la localización de clientes no enrolados, fraudulentos e irregulares, facilitándose su regularización comercial.

Factibilidad de servicios. A través del uso de *data* relativa al catastro e integración de variables críticas, se favorece enormemente la toma de decisiones en materia de infraestructura. En estos estudios se incorporan variables socioeconómicas, ambientales, demográficas, comerciales y legales, así como normativas de planificación y ordenamiento territorial con el fin de determinar a factibilidad de construcción de tendidos eléctricos, redes de distribución de agua, telecomunicaciones... (Comunicación, 2019)

Geointeligencia computacional: Donde se busca la extracción, transmisión, análisis y visualización de datos georreferenciados para incorporarlos a sistemas de información geográfica como procesos fundamentales de la geointeligencia computacional.

- Extracción: técnicas de búsqueda de información, donde se recopilan datos como: textos, imágenes, sonidos o datos de otras características.
- Transmisión: contempla los canales de comunicación, tanto alámbricos como inalámbricos.
- Almacenamiento: incluye todas las tecnologías que permiten el manejo y la persistencia de grandes cantidades de datos.
- Análisis: hace referencia a la generación de conocimiento a partir de información digital.
- Visualización: se involucran el desarrollo de aplicaciones web y móviles, que sirvan para mostrar información que contenga los resultados de la misma en diferentes formatos. (Unidad de Formación a Distancia, 2019)

5. Geointeligencia como herramienta tecnológica para la enseñanza y aprendizaje en las universidades en Colombia

Actualmente, inmersos en la sociedad de la información y del conocimiento, se hace necesario la implementación de una herramienta tecnológica como la geointeligencia en el campo de enseñanza y aprendizaje en la Universidades de Colombia para su aplicación y desarrollo en las diferentes carreras universitarias con el fin de caracterizar los programas académicos para estar a la vanguardia con el resto de universidades a nivel mundial en correspondencia con:

- Globalización económica y cultural.
- Libre movimiento de capitales, bienes, servicios y personas
- Continuo avance científico, tecnológico y renovación del conocimiento
- Necesidad de formación continua y "saber aprender".
- Omnipresencia de las redes y TIC.
- Información sobreabundante.
- Economía digital.
- Fin de la era industrial y nuevos procesos laborales.

- Valor creciente de la información y el conocimiento.
- Nuevos entornos en el ciberespacio (laboral, lúdico, etc.).
- Cambios sociales.
- Ubicuidad de las aplicaciones y necesidad de localización. (Ariza Lopez, 2014)

En Colombia las universidades que ofertan formación a nivel ingenieril en entornos geomáticos son, Universidad del Valle, Distrital y Quindío que, en su plan de estudio contemplan espacios académicos que requieren la aplicación de la geointeligencia como herramienta tecnológica en los diferentes procesos de enseñanza y aprendizaje.

La Universidad del Valle desde el año 1957 inicia los estudios a nivel intermedio incluyendo como programa pionero el programa de topografía que en esa época se denominó Escuela de Auxiliares de Ingeniería en Topografía y Vías, al pasar el tiempo el programa se modificó y fue hasta 1994 que se incluyó el programa de Ingeniería Topográfica, el cual se estructuró mediante un proceso evolutivo del programa ya existente, tal como lo menciona la universidad en la presentación del programa de ingeniería topográfica “.. los componentes que contribuyeron a la evolución fueron la incorporación de nuevas disciplinas dentro del plan de estudios, como el manejo de información espacial por medio de herramientas computacionales a través de Sistemas de Información Geográfica, fortalecimiento de áreas de fotogrametría y la cartografía, y la incorporación del uso de los sensores remotos.” desde entonces la Universidad del Valle se ha hecho fuerte y visible con diversos trabajos del área de observación de la tierra con trabajos destacados como, modelación de concentraciones de aerosoles atmosféricos usando técnicas de teledetección (Hernandez Torres & Céspedes Rojas, 2015) "Gestión y Conservación de la Fachada Litoral en el Ámbito del Ordenamiento Integrado en Zonas Costeras" (Jaramillo Molina, 2000), la tendencia al desarrollo en teledetección; por tal razón la información geoespacial debe vincularse directamente a la implementación de la geointeligencia como herramienta tecnológica de enseñanza y aprendizaje en el campus universitario, con el objeto de lograr una preparación integral del estudiante y capacitación actualizada para su desempeño en el campo laboral.

La Universidad Distrital, para 1949 llamada para ese entonces Colegio Municipal “Jorge Eliecer Gaitán” publica como primer programa de su institución el Curso Teórico Práctico de Topografía, el cual fue base para el desarrollo de la institución e implementación de nuevos programas como ingeniería topográfica que se incluyó posteriormente para los años 90. En este sentido el perfil profesional del programa de Ingeniería Topográfica contempla áreas específicas, tales como “Aplicación de la Geomática en procesos topográficos, cartográficos, fotogramétricos, de teledetección, geodésicos, batimétricos, sistemas de información geográfica, sistemas de posicionamiento y de navegación...” Por lo tanto, dicho programa establece un conjunto de espacios académicos que van encaminados a la gerencia, planeación, diseño, ejecución, control y evaluación de trabajos en el campo de la Geomática, los cuales están directamente relacionados con información geoespacial razón por la cual se hace necesaria la incorporación de la geointeligencia como herramienta tecnológica de enseñanza y aprendizaje en el plan curricular y en el área de investigación.

La Universidad del Quindío como el primer Centro de Educación Pública Superior en el eje cafetero, empezó a funcionar en 1962, con los programas de Agronomía y Topografía. a partir de 1977

se crea la facultad de ingeniería con los programas de ingeniería civil y topografía, siendo el programa de tecnología en topografía la base para la planeación y estructuración del actual programa Ingeniería Topográfica y Geomática, el cual recibió el registro calificado el 17 de diciembre del 2019. Por consiguiente, entre algunos campos de estudio de la ingeniería topográfica y geomática se encuentran: geoestadística, geodesia geométrica y posicional, sistemas de información topográfica, fundamentos de fotogrametría, base de datos espaciales, geodesia física y espacial, gestión de procesos topográficos y geomáticas, planeación territorial, teledetección, entre otros. Dentro del perfil profesional del ingeniero topográfico se contempla desarrollo de capacidades como: Participar como interventor en la toma de datos, procesamiento y representación de la información topográfica de un sector de la superficie terrestre, en zonas urbanas y rurales con fines catastrales, agropecuarios, forestales, riegos, drenajes. Definir la técnica e instrumental de captura, procesamiento y análisis de información espacial, que permitan medir y sistematizar los datos del territorio. Gestionar y administrar la información espacial del territorio, con fines de planificación, prospección y desarrollo, las cuales van ligadas a un desarrollo íntegro del profesional y es por esto que la geointeligencia debe estar vinculada en el proceso de enseñanza y aprendizaje durante dicha preparación.

6. Resultados

La identidad de la profesión y su base educativa se apoya en la gestión de datos espaciales, aunque fuertemente vinculada con la tecnología y las ciencias Informáticas. A nivel nacional, en términos geodésicos existe la tendencia a la utilización de los marcos de referencia, comprendimos que la modelación de la realidad, debe encajar como las piezas de un rompecabezas. En términos de los levantamientos clásicos, las universidades, los han agrupado en categorías como agrimensura, levantamientos para obras de infraestructura física con proyección de urbanismo, y levantamientos para la industria. La cartografía se muestra con mapas interactivos, presentaciones dinámicas, modelación tridimensional de terrenos. Los SIG operan bajo estándares de interoperabilidad, fortaleciendo la utilización de metadatos, buscando su utilización enfocada al análisis geográfico y evolucionando hacia complejos sistemas de soporte a las decisiones. Finalmente, se evidencia la necesidad de construcción de redes interinstitucionales de Administración del Territorio, entendiendo que somos un pueblo en desarrollo, con la necesidad de construir infraestructuras sustentables.

7. Conclusión

Mediante el uso de la geointeligencia se ven favorecidos, aspectos importantes como la descentralización y la rapidez en la toma de decisiones, la focalización y el uso de recursos, el control de actividades y su seguimiento. Dicho esto, queda claro que la geointeligencia brinda la oportunidad, con gran precisión, de estar en el momento preciso en el lugar exacto. Un desafío de las universidades está es desarrollar procesos legales y técnicos apropiados para integrar programas de administración del territorio y cartografía topográfica dentro del contexto de una estrategia nacional amplia que permita crear una infraestructura de datos espaciales.

8. Referencias

Artículos de Revista

- Diesel, L. E. (2013). Carretera de Gestión de Riesgos del sistema utilizando Geo inteligencia: Los deslizamientos de tierra e inundaciones en las carreteras de Santa Catarina - Brasil. *territorium* 20, 77-83.
- Hernandez Torres, F. L., & Céspedes Rojas, J. (2015). Metodología para Medir las Concentraciones de Aerosoles Atmosféricos Usando Técnicas de Teledetección. *Revista Científica Universal Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga*, 61-77.
- Jaramillo Molina, C. (2000). Gestión y Conservación de la Fachada Litoral en el Ámbito del Ordenamiento Integrado en Zonas Costeras. *Ingeniería Y Competitividad*, 07-17.
- Viveros, E. M. (2018). Inteligencia geoespacial para desastres sísmicos: investigaciones en CentroGeo. *Revista Mexicana de Sociología* 80, 71-94.

Libros

- Aguirre, G. R. (2009). *Conceptos de Geomática y Estudio de caso en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (Normas Editoriales)

Fuentes electrónicas y varios

- Ariza López, F. J. (26 de septiembre de 2014). Geomática y Geointeligencia. Conferencia Inaugural curso 2014-15. Jaen, Andalucía, España: Universidad de Jaen.
- Comunicación, C. (23 de diciembre de 2019). Como la Geointeligencia Puede ayudar a tu Negocio Cerem International Business School. Obtenido de Cerem International Business School: <https://www.cerem.es/blog/como-la-geointeligencia-puede-ayudar-a-tu-negocio>
- Unidad de Formación a Distancia. (17 de Julio de 2019). Genesis de la Geointeligencia. Obtenido de Genesis de la Geointeligencia: https://www.youtube.com/watch?v=j3_7DVshen0&feature=youtu.be
- Unidad de Formación a Distancia. (17 de Julio de 2019). Procesos Fundamentales de la Geointeligencia Computacional. Obtenido de Procesos Fundamentales de la Geointeligencia Computacional: <https://www.youtube.com/watch?v=SyVa2mGpkwk&feature=youtu.be>

Sobre Los Autores

- **María Fernanda Bahamon:** Estudiante de Tecnología en Topografía. Universidad del Quindío. mfbahamonr@uqvirtual.edu.co
- **Gonzalo Jiménez-Cleves:** Topógrafo, Especialista en computación para la docencia, Magister en ingeniería de sistemas de Universidad del Valle. Profesor Asociado Universidad del Quindío. gjcleves@uniquindio.edu.co

- **Julián Garzón-Barrero:** Tecnólogo en Topografía. Ingeniero de Sistemas. Especialista en Geomática, Magister en SIG. Profesor Asistente Universidad del Quindío. juliangarzonb@uniquindio.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)