
LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG) EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE PROFESIONALES DE LAS CIENCIAS AGRARIAS

Autores:

Angel Eduardo Luna-Romero^{*1};
Flor Yelena Vega Jaramillo¹;
Edwin Edison Jaramillo Aguilar¹

Institución:

Universidad Técnica de Machala,

Correos Electrónicos:

[*aeluna@utmachala.edu.ec](mailto:aeluna@utmachala.edu.ec)
fvega@utmachala.edu.ec;
ejaramillo@utmachala.edu.ec

RESUMEN

El desarrollo agrario se maneja bajo principios de la sustentabilidad y sostenibilidad, tratando de afectar en lo mínimo a los recursos naturales. En este sentido el sector laboral demanda nuevos profesionales con mayor preparación y acorde a las nuevas tecnologías. La educación ha incorporado las TIC, la tendencia de la producción es en dirección a la agricultura de precisión que se sustenta en el manejo de las TIG que consiste en el manejo de información espacial del territorio y sus componentes. El presente trabajo explora la importancia de las TIG en la formación académica de profesionales de las ciencias agrarias; los fundamentos y aplicación de las TIG en los diferentes campos del conocimiento. El nuevo profesional de ciencias agrarias tiene la capacidad de gestionar, diseñar, evaluar y optimizar los sistemas de producción agropecuarios de forma sustentable; en el proceso de enseñanza-aprendizaje se aborda principalmente tres componentes que guardan una estrecha relación, suelo-planta-atmósfera. Las TIG están presentes en estos componentes desde el levantamiento de información, almacenamiento, análisis y representación espacial de datos. Actualmente, las mallas curriculares han integrado asignaturas para el desarrollo de competencias como usuarios de las herramientas y técnicas; sin embargo, las TIG pueden ayudar en los resultados de aprendizaje de otras asignaturas entorno al análisis espacial y representación gráfica de información. Surgiendo la pregunta ¿En la formación profesional de las ciencias agrarias se debe incorporar o actualizar los contenidos mínimos de aprendizaje de las asignaturas para formar competencias transversales en el uso de las TIG?

Palabras clave: TIG, análisis espacial, disciplinar, ciencias agrarias, enseñanza-aprendizaje

INTRODUCCIÓN.

Actualmente el sector agrario se desarrolla bajo los principios de sustentabilidad y sostenibilidad, realizando actividades de producción bajo el contexto de afectar en lo mínimo los recursos naturales, que brindan bienes y servicios de bienestar a la sociedad. Este nuevo enfoque obedece incluso a nuevas políticas de Estado basadas en el respeto a la naturaleza, en ciertas zonas de la región de América Latina y el Caribe se han suscitado conflictos sociales por el uso y gestión del recurso hídrico; en el caso de Ecuador, se reconoce a la Naturaleza como sujeto de derechos y como política pública se sistematiza un nuevo modelo de desarrollo en armonía con la naturaleza y el ambiente (García, 2010; Gudynas & Acosta, 2011).

En este contexto, el campo laboral demanda profesionales, dedicados a la producción agropecuaria, que estén con una mayor preparación y acorde a los adelantos tecnológicos, la tendencia de la producción va rumbo a la agricultura de precisión, que se fundamenta en la optimización de insumos apoyado por las tecnologías de la información y comunicación (TIC), también trata que la aplicación de insumos sea más precisa, y como un plus permite almacenar la información georreferenciada del campo en una base de datos, para evaluar y zonificar los sectores de mayor rendimiento y sectores críticos de producción (García & Flego, 2008), en este sentido la agricultura utiliza tecnologías de información geográfica (TIG) para representar información puntual del campo en mapas temáticos.

La educación superior de las ciencias agrarias forma profesionales con la capacidad de gestionar, diseñar, evaluar y optimizar los sistemas de producción agropecuarios de forma sustentable, a partir de la integración de conocimiento científico básico y aplicado, además de comprender las relaciones de las explotaciones agrarias y sus relaciones con los recursos naturales. Las TIC se han venido incorporando de forma progresiva en las instituciones de educación superior (IES), desde sus procedimientos y organización administrativa hasta la virtualización de contenidos académicos, sincronizándose con la realidad y necesidades de la sociedad actual del conocimiento (Salinas, 2004). En esta misma corriente cosmopolita las TIG se han incorporado en la formación profesional de las ciencias agrarias a través de asignaturas tales como: Percepción Remota, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Teledetección y Geomática; que desarrollan en el alumnado competencias en el manejo de herramientas y técnicas en el área de análisis espacial de base de datos de los recursos naturales.

Las TIC han permitido innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) y se aplican aproximadamente en la mayoría de asignaturas de la formación profesional de diferentes carreras, en algunas en mayor proporción que otras; sin embargo, estos avances intrínsecamente demanda una mayor preparación de los docentes en el manejo de las TIC (Llorente, 2008), la implementación de las TIC no aseguran necesariamente una mejoría en el PEA sino que sirven como herramientas didácticas innovadoras. Por tanto, los docentes deben adaptarse al nuevo modelo TPACK (Tecnología, pedagogía y conocimiento del contenido) que asegura una enseñanza efectiva derivada de la sinergia de los tres dominios de conocimiento (Voogt, Fisser, Pareja, Tondeur, & van Braak, 2013; Luna-Romero, Vega, & Carvajal, 2018).

son georreferenciados con la ayuda de un GPS y complementan con imágenes de sensoramiento remoto; además, maneja base de datos de los recursos naturales (suelo, vegetación y agua) para realizar análisis espacial, asimismo manipula información de las variables del clima. Las nuevas prácticas en la agricultura conlleva al desarrollo sostenible y sustentable, con el uso eficiente de insumos y que sus aplicaciones sean más precisas. Por otro lado, existe un mayor acceso de información de satélites y sumándose el uso de los drones (vehículos de vuelo no tripulados), en ambos casos generan información ráster y solamente se puede procesar con el uso de los SIG. El presente trabajo explora la importancia de las TIG en la formación académica de profesionales de las ciencias agrarias; se revisa los fundamentos de las TIG y su aplicación en las diferentes ciencias del conocimiento, en especial en las ciencias agrarias, también se aborda las competencias desarrolladas en el alumnado.

DESARROLLO

Los avances de la tecnología e informática han influenciado notablemente en la vida cotidiana de la sociedad actual, llegando a cambiar el modo de vida reflejado en el uso de la red y el acceso a la información globalizada. Sin embargo, para que las TIC y TIG puedan alcanzar la etapa de integración en la educación superior, depende en primera instancia del proceso de enseñanza-aprendizaje que permitan al alumnado desarrollar y potenciar el pensamiento espacial, a través de la conceptualización del mundo real y poder sistematizar la información con mapas y tabulación de atributos, para obtener un modelo en el cuál interactúan diversas reglas de interpretación, planeación y decisión (Escobar et al., 2008).

Los avances sobre la enseñanza de las TIG se reflejan en los espacios apropiados que han surgido para exponer los logros y dificultades que experimentan las TIG. En Europa, particularmente España, se celebran coloquios y congresos para dar a conocer los avances relevantes y reflexionar sobre la enseñanza de las TIG y del tipo de formación que deben alcanzar los futuros profesionales, sí ser un usuario-administrador o un desarrollador. La difusión de las TIG se ha expandido de manera firme e implementada asignaturas en pregrado llegando alcanzar la especialización en formación de posgrado, tanto en maestría como en doctorado (Bosque et al., 2015). Las enseñanzas de las TIG prácticamente son de carácter ingenieril y aplicado, que tienen como objetivo principal capacitar estudiantes en la capacidad de realizar proyectos relacionados con la medición y representación del territorio.

La modificación o innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje tendrá efectos tanto en los contenidos como en la metodología de trabajo del alumnado y profesorado; las interrogantes que surgen entorno a la enseñanza de las TIG es el nivel de profundidad que se debe alcanzar, según Bosque (1999) es posible establecer dos niveles: i) la formación sobre qué pueden hacer las TIG, que consiste en conocer las operaciones y procesos que ejecutan los SIG, pero básicamente se concentra en estudiar los resultados que ofrecen estas herramientas; ii) se refiere a cómo efectúan cada operación las TIG, es decir el conocimiento de los algoritmos, matemáticos o informáticos, que permiten establecer cada operación; en otras palabras el primer nivel se refiere a los usuarios y el segundo a los desarrolladores, este último se concentra en la investigación de las TIG.

Actualmente, se genera gran cantidad de información desde distintos lugares y tiempos, se puede almacenar, transferir y compartir a través de la red y las herramientas web 2.0, permitiendo cerrar la brecha de acceso a la información y transformado la forma de trabajar y comunicación, llegando incluso trabajar en tiempo real en documentos en línea. En este contexto, “La Geografía y su enseñanza como ciencia puede ayudar mucho al desarrollo conceptual de las TIG, y éstas ofrecen un elemento innovador de primer orden a la Geografía sirviendo nuevas posibilidades a la investigación, la docencia y la práctica geográfica” (García, 2012). Las TIG permiten la percepción e interpretación de la realidad de una forma global e integradora, especialmente en las temáticas medioambientales, territoriales y desarrollo. Por último, entre las destrezas académicas de enseñanza que otorga las TIG destacan: comunicarse a través de la cartografía y gráficos, conceptualización espacial y organización del territorio, sus modos de intervención y su impacto, contribuyendo a los tomadores de decisiones obtener mejores formas de planificación y gestión del territorio.

El manejo de información geográfica en sus inicios se desarrolló con la Topografía, Geodesia y Cartografía; con los avances tecnológicos se ha implementado el uso de los GPS (Sistema de Posicionamiento Global) e imágenes de satélite; integrados en los SIG, que es un sistema de hardware, software, datos y usuarios, permitiendo capturar, almacenar, analizar y desplegar información geográfica (Bosque, 1999; Bosque et al., 2015). El uso de las TIG se ha generalizado y difundido de forma masiva, volviéndose más frecuente emplear las TIG en los diferentes sectores, desde las actividades científicas hasta la gestión empresarial, sin dejar de lado la agricultura

de precisión y el uso de los SIG en el modelado de la información actual frente escenarios de cambio climático.

Dentro de la formación de los profesionales de las ciencias agrarias, se aborda principalmente tres componentes que guardan una estrecha relación, suelo-planta-atmósfera. El suelo funciona como un reservorio natural de agua, aire y nutriente, es heterogéneo tanto en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Angella, Frías, & Salgado, 2016). La pérdida de agua desde las plantas hacia la atmósfera es a través del proceso de transpiración, que está ligado con el área foliar, variando por cada etapa fenológica y especie de vegetación, este proceso asociado a la pérdida de agua de la superficie del suelo por evaporación, conforman la evapotranspiración por el cual los sistemas pierden alrededor del 70% de agua. En la atmósfera se producen varios fenómenos meteorológicos entre ellos la precipitación, variable climática de mucha importancia para el desarrollo de las actividades de producción agraria. Por tanto, en el proceso de este trabajo se aborda las TIG en el manejo de información y representación espacial de los tres componentes mencionados.

El crecimiento demográfico demanda mayor cantidad de alimentos, llevando a aumentar la extensión agropecuaria, cambiando las coberturas naturales (deforestación) por cultivos y pastizales, los procesos de producción intensiva han ejercido presión sobre el recurso suelo produciendo una pérdida de la productividad del suelo y una erosión acelerada. La integración de los SIG, sensoramiento remoto y GPS, como TIG, permiten realizar un estudio más eficiente del suelo. García, García, Moreno, & González (2002) en su trabajo de investigación mencionan las ventajas de combinar los datos de sensoramiento remoto (imágenes Landsat TM) con la información levantada *in situ* y espacial existente (fotografías aéreas), los SIG facilitan esta integración y el análisis cuantitativo de cambios de uso de suelo, para puntos de control se apoyaron en el uso de GPS, los resultados del estudio permitieron conocer los cambios de uso de suelo y localizar las áreas agrícolas prioritarias a ser apoyadas con programas de conservación.

Los estudios de suelo, tanto en calicatas como en barrenaciones, se realizan con la ayuda de las TIG, por un lado en el levantamiento de información espacial se hace uso de GPS; por otro lado, los resultados obtenidos de análisis físicos y químicos en laboratorio se representan gráficamente con el uso de los SIG y con métodos de interpolación se logra la representación espacialmente distribuida, pudiendo llevar una nueva clasificación de lotes de haciendas que en muchos de los casos se dividen por

la clase textural. En posteriores estudios, los nuevos resultados periten alimentar la base datos y hacer una representación espacial más confiable; bajo este contexto, se encamina la agricultura convencional a una agricultura de precisión en el manejo del recurso suelo, aplicando los insumos de forma más eficiente y localizada, evitando una degradación y erosión de suelo.

La cobertura vegetal es un indicador para evaluar diferentes procesos biofísicos en los ecosistemas. En este sentido, las TIG a través de la teledetección ha servido como una herramienta valiosa para evaluar las dinámicas en los cambios de uso de suelo y coberturas vegetales. Para estos estudios se emplea índices de vegetación, consistiendo en el uso de imágenes multiespectrales y la combinación entre dos o más bandas espectrales, que implican principios matemáticos. Estos índices están condicionados por el comportamiento fisiológico de las plantas, las variaciones fisiológicas pueden ser utilizadas para estudios espacio-temporales del comportamiento de la vegetación. Gonzaga (2015) en su estudio utilizó datos satelitales multiespectrales (Landsat ETM+ y Aster) aplicándole tres índices: índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), índice de estrés hídrico (MSI) e índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI), permitiendo conocer el estado de las coberturas, tanto en densidad como en vigor vegetal.

Actualmente se encuentran disponibles imágenes satelitales multiespectrales de buena resolución espacial, por ejemplo: Landsat (30 m) y Senetinel (10 m); sin embargo, en ciertos sitios se limitan los análisis espaciales por la alta cobertura nubosa, es uso de estas imágenes son de gran utilidad para estudios de considerables extensión territorial. Para lugares de estudio de menor extensión (haciendas) se viene utilizando unidades de vuelo no tripulados (Dron) con cámaras multiespectrales, facilitando el análisis y evitando el efecto de las nubes. A estas imágenes obtenidas con dron se pueden aplicar los mismos índices de vegetación, la validación de estas imágenes se realizan con análisis de campo para la interpretación de resultados, además el uso de ésta información puede dirigirse para evaluar los niveles nutricionales y estado de sanidad vegetal.

Los fenómenos atmosféricos han tenido una profunda influencia en la vida del hombre, como son los eventos extremos: sequías prolongadas y lluvias torrenciales, afectando el desarrollo normal de sus actividades, en especial las actividades agropecuarias (Casanova, 1992). La primera fuente de información atmosférica son las estaciones meteorológicas, que consisten en la observación y lectura de equipos especializados

por parte de personas con mucha experticia, los avances tecnológicos han permitido crear nuevos equipos de medición con sensores y registro de memoria y enviar la información a la red; sin embargo, estas mediciones siguen siendo puntuales, que para lograr una distribución espacial de las variables climáticas se apoyan en procesos de interpolación con las TIG. Actualmente, para tener una mejor estimación espacial se han puesto en órbita satélites meteorológicos y por otro lado el uso de radares, proporcionando información continua.

Bajo este contexto, la enseñanza de la meteorología en las ciencias agrarias se actualizado, porque el alumnado y futuro profesional no puede solamente aprender a tomar datos de las estaciones meteorológicas, realizar cálculos de la forma tradicional e interpretar los resultados de forma puntual, sino que debe estar a la vanguardia con el uso de TIG para comprender el comportamiento y variabilidad de la información meteorológica, además de hacer uso de las imágenes de sensoramiento remoto, que todavía deben ser validadas con los datos de las estaciones.

En párrafos anteriores se describe la importancia de las TIG y la aplicación en las ciencias agrarias en especial en los tres componentes (suelo-planta-atmósfera) de mayor relevancia para el desarrollo de las actividades agropecuarias, el abanico de aplicaciones que tienen las TIG en las ciencias agrarias van más allá de las descritas en este documento. La aparición y creciente desarrollo de las TIG debe modificar su enseñanza en las IES (Bosque, 1999); hasta ahora, la enseñanza se centra en el desarrollo de competencias tecnológicas a nivel de usuario dentro de las asignaturas creadas para ayudar en la formación profesional de las ciencias agrarias. Sin embargo; la malla curricular de carreras agrarias contiene asignaturas distribuidas en diferentes unidades de organización curricular y campos de formación, que dentro de sus PEA contiene formación teórica-práctica y en la preocupación de formar expertos y conocedores del saber, saber hacer y saber ser, incorporan nuevas estrategias para alcanzar los logros de aprendizaje y comprender el comportamiento espacial de ciertos conocimientos como: las propiedades físicas y químicas del suelo, densidad y vigor de las plantas, patrones espaciales de las variables meteorológicas, la temática ambiental, entre otros.

CONCLUSIONES

Es evidente como las TIC han modificado el estilo de vida de la sociedad, se han incorporado en la educación a diferentes niveles y magnitudes. Las TIG también han crecido y difundido en diferentes campos del conocimiento, las ciencias agrarias no

están ajenas a estas tecnologías, con la aparición de los SIG, teledetección, sensoramiento remoto, GPS e imágenes satelitales, entre otras, las IES han integrado en las mallas curriculares de las ciencias agrarias asignaturas especializadas en las TIG para que el alumnado desarrolle nuevas competencias. En la descripción del presente trabajo se ha podido conocer que desde los principales componentes (suelo-planta-atmósfera) se hace uso de las TIG, surgiendo la inquietud ¿En la formación profesional de las ciencias agrarias se debe incorporar o actualizar los contenidos mínimos de aprendizaje de las asignaturas para formar competencias transversales en el uso de las TIG?

BIBLIOGRAFÍA

- Angella, G., Frías, C., & Salgado, R. (2016). Conceptos básicos de las relaciones agua-suelo-planta. *INTA Ediciones*, (93), 35.
- Bosque, J. (1999). Nuevas perspectivas en la enseñanza de las tecnologías de la información geográfica. *Serie Geográfica*, 8, 25–34.
- Bosque, J., Gómez, M., Aguilera, F., Rodríguez, V., Barreira, P., & Salado, M. (2015). La enseñanza de las tecnologías de la información geográfica (TIG) en España y en Europa. In *XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica* (pp. 47–67).
- Casanova, L. (1992). La teledetección en la enseñanza de la meteorología. *Serie Geográfica*, 2, 59–63.
- Escobar, J., Betancur, T., Palacio, C., & Muriel, D. (2008). Los retos de la enseñanza de los sistemas de información geográfica integrados a la gestión del medio ambiente y los recursos naturales. *Gestión Y Ambiente*, 11(3), 123–136. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/14040/14818>
- García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Tecnología Agropecuaria*, 99–116. Retrieved from <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>
- García, H., García, R., Moreno, R., & González, A. (2002). Uso de sensores remotos y SIG para delimitar los cambios en el uso del suelo agrícola de 1970 a 1997 en el estado de Guanajuato. *Investigaciones Geográficas*, (47), 92–112.

- García, J. (2012). Propuesta didáctica para la enseñanza de las tecnologías de información geográfica. *Serie Geográfica*, 18, 131–142. Retrieved from http://funes.uniandes.edu.co/1254/%0Ahttp://funes.uniandes.edu.co/1174/1/674_Propuesta_Didctica_Asocolme2010.pdf
- Gonzaga, C. (2015). Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales para análisis de coberturas vegetales en la provincia de Loja , Ecuador. *Cedemaz*, 5(1), 30–41. Retrieved from <http://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/43/41>
- Gudynas, E., & Acosta, A. (2011). La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa. *Utopía Y Praxis Latinoamericana*, 16(53), 71–83.
- Llorente, M. (2008). Aspectos fundamentales de la formación del profesorado en TIC. *Pixel-Bit. Revista de Medios Y Educación*, 31, 121–130.
- Luna-Romero, A., Vega, Y., & Carvajal, H. (2018). Formación docente en el uso de las TIC. *Universidad, Ciencia Y Tecnología*, 2, 46–52. Retrieved from <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/view/841>
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad Y Sociedad Del Conocimiento*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.7238/rusc.v1i1.228>
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge - A review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>