



# Formación y enseñanza en Tecnologías de la Información Geográfica



# Cartografía participativa: análisis de tres plataformas de colaboración para la integración de información geográfica voluntaria

Hernández Zetina Sandra Lucía<sup>1</sup>, González Becerril Lidia Alejandra<sup>2</sup>

1 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México.

Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria/Toluca de Lerdo, Estado de México/México.  
slhernandez@uaemex.mx

2 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México.

Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria/Toluca de Lerdo, Estado de México/México.  
lagonzalez@uaemex.mx

## RESUMEN

El uso de información geográfica se ha extendido a diversas áreas del conocimiento y ámbitos de aplicación; siendo la cartografía participativa (CP) un proceso que ha cobrado relevancia en los últimos años, para la adquisición y actualización de los datos geoespaciales. Si bien existen diversas acepciones de este tipo de cartografía, se distinguen tres elementos importantes en todas ellas: a) la socialización de los medios de producción geográfica; b) la disponibilidad de datos cartográficos; c) y la necesidad de ubicar diferentes tipos de entidades sobre el territorio. En este trabajo se muestran los resultados del comparativo de tres plataformas (OpenStreetMap México, HERE Maps y el proyecto de Cartografía Participativa del INEGI) de apoyo a la CP, y el diseño de las estrategias didácticas para integrar los conceptos y metodologías de los elementos geoespaciales de la asignatura involucrada, en la formación del Licenciado en Geoinformática. En la metodología empleada se establecieron los siguientes procesos: 1) Elección de las plataformas a analizar; 2) Vinculación institucional con las organizaciones que representan a dichas plataformas; 3) Definición de los elementos comparativos entre plataformas; 4) Integración de las plataformas como recurso didáctico del programa de clase de la asignatura; 5) Presentación de resultados.

Dentro de los principales resultados, se generaron eventos académicos y experiencias de aprendizaje para los estudiantes, con los cuales se logró la actualización de la cartografía del campus de Ciudad Universitaria dentro de la plataforma OSM y el establecimiento de colaboración institucional con HERE Maps e INEGI, respectivamente.

Palabras clave: **cartografía participativa, información geográfica voluntaria, geoinformática, datos abiertos.**

## ABSTRACT

*The use of geographic information has been extended to several knowledge and application areas, been the participatory mapping a process that has gain relevance in the recent years, for the acquisition and update of geospatial data. As well as various meanings of this kind of mapping exists, we can distinguish three important elements in each one of them: a) socialization of the geographic production media; b) availability of mapping data; c) and the*

need to locate different types of entities on the ground-. In this paper we show the results of the comparative between three platforms (OpenStreetMap México, HERE Maps, and the Project of participatory mapping of INEGI) of support to the participatory mapping, and the design of the didactic strategies to integrate the concepts and methodology of the geospatial elements of the class for the bachelors degree in Geoinformatic. As a part of the used methodology, it defines the next process: 1) election of the platforms to analyze; 2) Institutional bonding which the representing organizations of those platforms; 3) Definition of the comparative elements between platforms; 4) Integration of the platforms as a didactic resource to the class program of the learning unit; 5) Results presentation.

Within main results, we get the update of the mapping of the university campus in the OSM platform and the establishment of institutional collaboration with HERE Maps and INEGI.

**Keywords:** Participative mapping, volunteer geographic information, geoinformatics, open data.

## I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de cartografía en las últimas décadas, ha modificado las formas en las que, tradicionalmente se conceptualizaba, a partir de la introducción de Tecnologías de Información Geográfica (TIG), lo que ha impactado principalmente en:

La transformación de procedimientos analógicos en procedimientos digitales, la confluencia tecnológica con centro en los SIG, la circulación de información con base en Internet, el desarrollo de la geotecnósfera, el amplio interés científico disciplinario por la dimensión espacial y finalmente, el interés ciudadano por la localización. (Buzai, 2014, p.20)

En este contexto, y considerando el punto del interés ciudadano por la localización, la cartografía participativa cobra gran relevancia en diversas disciplinas y/o contextos. Se tienen diversos conceptos para definir el proceso de mapeo colaborativo: información geográfica voluntaria, crowdsourcing de información geográfica, cartografía participativa, cartografía colaborativa, e incluso en algunos casos, se llega a términos mucho más profundos, como lo representa la neogeografía. La apropiación de todos ellos, como parte de la formación de especialistas en ciencia y tecnología de información geográfica, se torna importante, puesto que éstos cubren un doble perfil: son usuarios de los datos generados a partir de estas colaboraciones y, al mismo tiempo, se convierten en generadores de los mismos. Es por ello que, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas relacionadas con cartografía, los estudiantes deberán tener experiencias que los involucren en el levantamiento de datos a partir de colaboraciones voluntarias, que impliquen hacerlo con las herramientas y plataformas más adecuadas, con base al alcance de los proyectos que consumirán estos datos, así como con los recursos disponibles para su mejor desarrollo.

El proyecto de análisis de plataformas de colaboración para la integración de información geográfica voluntaria se desarrolló como parte de las estrategias didácticas para la impartición de la asignatura "Métodos de representación cartográfica", la cual se ubica en el segundo periodo del programa educativo de la Licenciatura en Geoinformática. En dicho proyecto se integraron elementos que permitieron al estudiante conceptualizar las principales formas de representación de los elementos geográficos, la importancia de la contribución en la adquisición de datos geoespaciales, y las diversas formas de vinculación con instituciones u organismos relacionados con este tipo de procesos colaborativos en la formación académica.

## II. MÉTODO

Para el propósito de este proyecto, se consideró una propues-

ta metodológica basada en los siguientes puntos: 1) Elección de las plataformas a analizar; 2) Vinculación institucional con las organizaciones que representan a dichas plataformas; 3) Definición de los elementos comparativos entre plataformas; 4) Integración de las plataformas como recurso didáctico del programa de clase de la asignatura; 5) Presentación de resultados. Cada uno de estos pasos se describen a continuación, en donde también se especifican las principales actividades llevadas a cabo.

### II.1 ELECCIÓN DE LAS PLATAFORMAS ANALIZADAS

Existen diversas instituciones a nivel mundial que generan datos geográficos, sin embargo, en muchas de las ocasiones estos son restringidos y no son de uso libre. En este sentido, se eligieron tres plataformas que contribuyen con la generación y/o actualización de datos en un ambiente colaborativo, siendo éstas: OpenStreetMap México (fundación), HERE Maps (empresa) y el proyecto de Cartografía Participativa del INEGI (institución de gobierno). Cada una de éstas se detalla a continuación:

Los inicios de OpenStreetMap (OSM) datan del año 2004, sin embargo como fundación inicia en el 2006 en Inglaterra; es considerada como un proyecto colaborativo a nivel mundial, que permite crear mapas libres y editables realizados por las personas para visualizar, modificar y utilizar datos geográficos de cualquier parte del mundo.

La participación voluntaria para la actualización de datos geográficos se hace a través del Editor ID (ver figura 1), que permite mapear desde diversas fuentes de datos como imágenes de satélite y aéreas, GPS, entre otros, éste requiere de una conexión activa a Internet. Sin embargo, también se puede contribuir a partir de receptores móviles de aplicaciones Android y/o iOS.

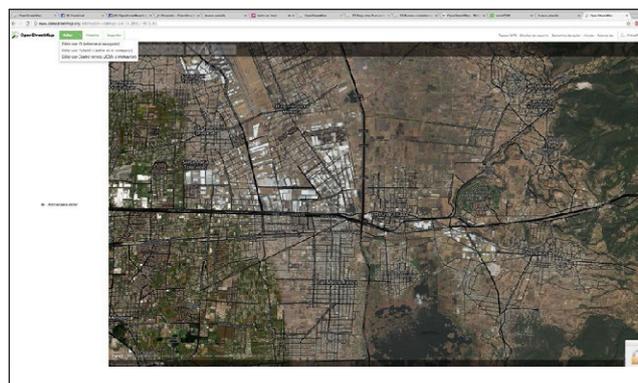


Figura 1. Página del Editor ID de OSM.  
Fuente: [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)

La contribución inicia con la obtención de un registro en la plataforma de OSM (ver figura 2). La información solicitada es el correo electrónico, el nombre con el que se identificará y una contraseña para el registro, se indica la privacidad con la que opera la fundación, asimismo, se especifica que se debe validar y/o confirmar la cuenta creada.

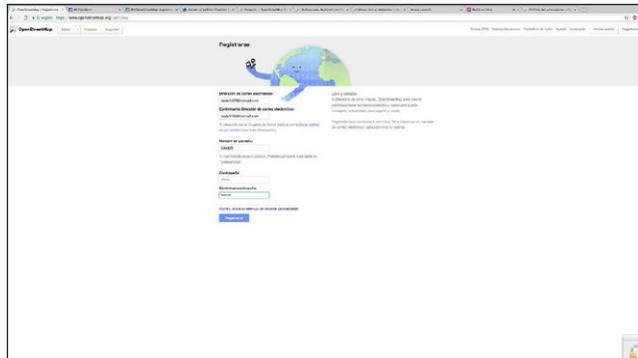


Figura 2. Registro en la plataforma de OSM.  
Fuente: Fuente: www.openstreetmap.org

Iniciada la sesión de trabajo en el editor ID, se visualizan los elementos geográficos que se pueden editar, siendo punto (una ubicación específica y descripción), línea (elementos caminos, vías férreas y ríos) y área (límites de elementos como lagos, edificios y áreas residenciales), cada uno de ellos maneja un catálogo específico con diversos atributos (ver tabla I) que se especifican cuando se coloca un elemento geográfico.

TABLA I  
Elementos geográficos y atributos

ELEMENTO	CATEGORÍAS	ATRIBUTOS Y/O SUBCATEGORÍAS
Punto	Cafetería	10
	Parque/ plaza	2
	Elementos naturales	4
	Hospitales	1
	Lugar de Culto	6
	Restaurante	9
	Comida rápida	11
	Bar	7
	Banco	7
	Supermercado	6
	Punto	3
Línea	Caminos	16
	Ferrocarriles	6
	Senderos	8
	Agua lineales	5
	De Barrera	5
	Línea de alta tensión	1
	Línea	2
Área	---	3

Fuente: Elaboración propia con base al Editor Id de OSM

Para ubicar espacialmente al elemento se cuenta con capas de mapas vectoriales (estándar, ciclista, transporte y humanitario) e imágenes de fondo que permita una mejor visualización y ubicación del elemento, esta información se personaliza al gusto del usuario.

En la edición de los elementos se puede optar que la misma sea con base a la información que se actualizará (puntos, líneas o áreas); una vez ubicado el lugar se realiza un acerca-

miento que permite identificar y puntualizar al elemento, con lo cual se despliegan las diferentes categorías que se le atribuyen, así como los atributos del mismo (ver figura 3).

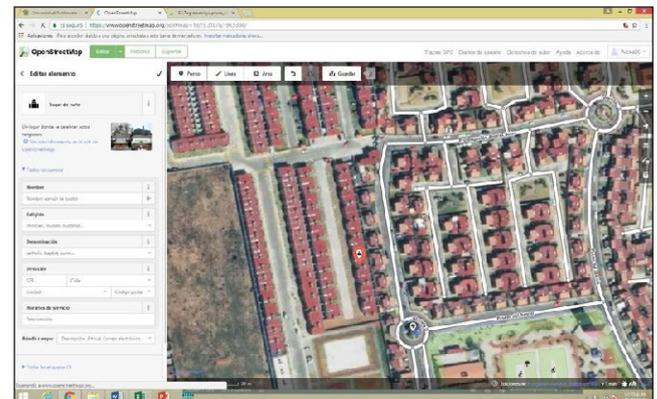


Figura 3. Categorías de atributos en el Editor Id de OSM.  
Fuente: www.openstreetmap.org

Es importante hacer mención, que por cada categoría existe una descripción conceptual de referencia, además ofrece más información a través del sitio de wiki de OpenStreetMap, que establece un concepto, como mapear el elemento y completar la descripción con diversas etiquetas.

Realizada la actualización del elemento-ediciones-, se requiere guardar el cambio, en este proceso se solicita adjuntar un comentario con la descripción de las contribuciones efectuadas, cuando se ha guardado se especifica que se subirán a la plataforma de OSM y serán visibles en todos los mapas que usen datos de esta plataforma.

Por su parte, Here Maps, se constituyó desde 2012 como una compañía dedicada a desarrollar el servicio de mapas y navegación, anteriormente se conocía como Nokia Maps y Ovi Maps, creándose en un principio para los teléfonos móviles y dispositivos multimedia de Nokia. (Nokia Map, 2011).

La cartografía a nivel mundial realizada por esta empresa, se basa en un modelo de actualización colaborativa por parte de la sociedad, el servicio de mapas es accesible para cualquier dispositivo móvil con Android y/o Windows

La colaboración a partir de la edición de los mapas en la plataforma se realiza a través de la herramienta de Map Creator (figura 4), incluye solo elementos geográficos como: líneas (vías de comunicación), puntuales (lugares) y números de las casas habitacionales y calles.

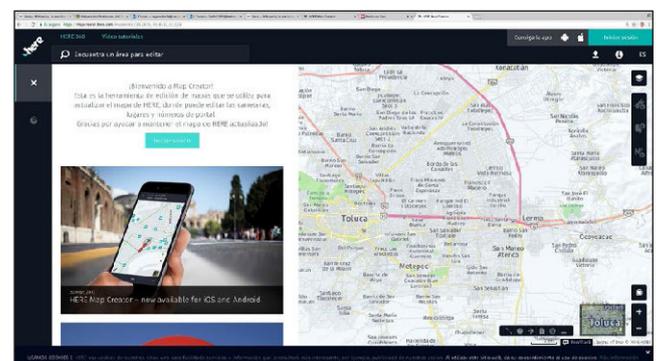


Figura 4. Página de inicio de la Plataforma Cartografía Participativa, HERE.  
Fuente: www.mapcreator.here.com

Para dar inicio la edición en la plataforma, se debe generar un registro del participante a través de un formulario (ver figura 5), que incluye los siguientes datos: nombre completo, correo electrónico, contraseña, fecha de nacimiento, país o región y una comprobación de seguridad, para el registro, aunado a la leyenda de aceptar las condiciones de servicio y las políticas de privacidad. Es necesario confirmar el registro mediante la cuenta de correo electrónico registrada para acceder y trabajar en la herramienta de Map Creator.

Figura 5. Formulario de registro en Map Creator, HERE.  
Fuente: www.mapcreator.here.com

Iniciada la sesión de trabajo, se realizan las ediciones de los elementos geográficos, que se consideren pertinentes a partir de una asignación por parte de Here a través de comunidades de participación, o de la iniciativa del participante por un lugar de interés personal o académico.

Los elementos geográficos que se pueden editar dentro de la plataforma están referidos en la Tabla II; se debe elegir el tipo de elemento a editar -lineales y/o puntuales- y cuando se ubica y se coloca dicho elemento se activan los diversos atributos que identifican al elemento.

**TABLA II**  
Elementos geográficos y atributos

ELEMENTO		SUBCATEGORÍAS	ATRIBUTOS
Lineales	Caminos	Tipo de camino	8
		Nombre del camino	6
Puntuales	Lugares	Alojamiento	10
		Áreas (parques) y edificios (zona industrial y de gobierno)	7
		Comercios y servicios	104
		Comer y beber	13
		Instalaciones de servicios	68
		Sitios de entretenimiento	17
		Sitios de esparcimientos al aire libre	24
		Sitios naturales y geográficos	2
		Compras	75
		Turismo y museos	21
		Transporte	41
	Números	Casas	1
		Calles	1

Fuente: Elaboración propia con base a la plataforma Map Creator

Para iniciar con la actualización -edición- de los elementos geográficos antes mencionados, se debe elegir el elemento lineal o puntual y realizar el zoom suficiente para poder identificar y colocar el elemento tomando como referencia las imágenes de satélite y la información vectorial precargada, cuando se ha digitalizado dicho elemento, se le añade los atributos y las observaciones correspondientes, establecidos para ello y en correspondencia con la tabla II.; se da las opciones de guardar, deshacer o cancelar la edición, como se puede observar en la figura 6.

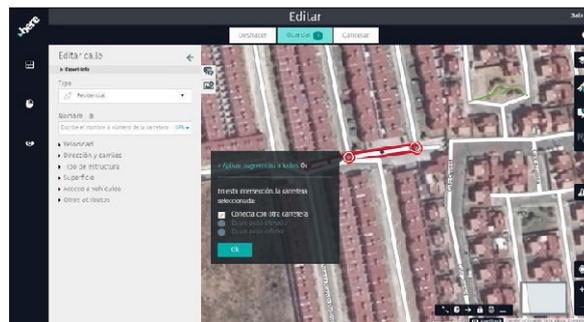


Figura 6. Edición de elementos geográficos en Map Creator  
Fuente: www.mapcreator.here.com.

Es importante mencionar, que se debe tomar como referencia y apoyo Mapa Digital del INEGI para la actualización de la información.

Al momento de guardar la edición de los datos generados, se almacena en los servidores remotos -en la nube-, éstos son revisados por los responsables de la actualización y comprobación de la calidad y veracidad de los datos. Este proceso puede tardar entre uno o dos meses para que Here de el visto bueno y se considere como un elemento geográfico actualizado y forme parte de la cartografía de la empresa.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), es un organismo público autónomo, responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía, así como de captar, procesar y difundir información de México en cuanto al territorio, los recursos la población y economía. (INEGI, 2017).

Esta Institución, inicia a nivel nacional el proyecto de Cartografía Participativa en 2016, teniendo como propósito la colaboración activa de la población a partir de la actualización permanente de la cartografía, ésta obedece a dos principales objetivos, por un lado, "a sumar esfuerzos de los diferentes sectores de la sociedad, y por otro, a las aportaciones de nuevos datos o señalando las diferencias que los ciudadanos identifiquen en el territorio". (INEGI, 2017).

Se inicia dicho proyecto, coadyuvando a enriquecer la información geográfica del país, para ser consultada en la Plataforma de Mapa Digital de México, considerándose a ésta como un Sistema de Información Geográfica (SIG), desarrollado por la misma institución, la cual integra información de los elementos naturales y culturales que conforman el entorno geográfico del país.

El proyecto de Cartografía Participativa permite contribuir con aportaciones para la actualización de rasgos geográficos, ubicándolos en el mapa base establecido para ello, (ver figura 7), seleccionado el elemento a reportar, el tipo de informe, describiendo el cambio detectado acompañado en lo posible con fotografías y documentos de apoyo, se envía para su revisión y posible incorporación a la Plataforma de Mapa Digital.

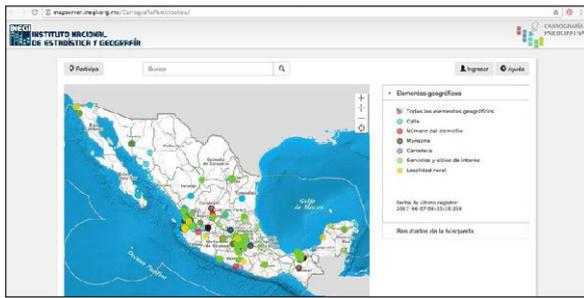


Figura 7. Página de inicio de la Plataforma de Cartografía Participativa, INEGI.

Fuente: <http://mapserver.inegi.org.mx/CartografiaParticipativa/>

Para contribuir con este proyecto cualquier individuo o la población en general, deberá iniciar con un registro (ver figura 8), el cual garantiza que los datos personales proporcionados estarán protegidos de acuerdo con el Sistema de Datos Personales denominado "Registro Único de Usuarios".

El registro solicita datos referentes a la información de la cuenta de correo electrónico; los datos personales como: nombre, país, entidad federativa (estado y municipio); información académica –escolaridad–; datos de ocupación –ocupación, institución–empresa, cargo–.

Iniciada la sesión de participación, se pueden visualizar los elementos geográficos que son actos de actualizar (ver figura 9), entre ellos se encuentran, calles; número del domicilio; manzanas; carreteras; servicios y sitios de interés; localidad rural. Cabe destacar que los datos que se registran son de forma de implantación puntual, sin embargo, existen elementos geográficos que en la realidad son lineales y de área. Es importante destacar esto, ya que solamente se colocarán puntos, aunque el elemento a actualizarse sea lineal o de área.

Figura 8. Registro en la plataforma de Cartografía Participativa, INEGI. <http://mapserver.inegi.org.mx/CartografiaParticipativa/>

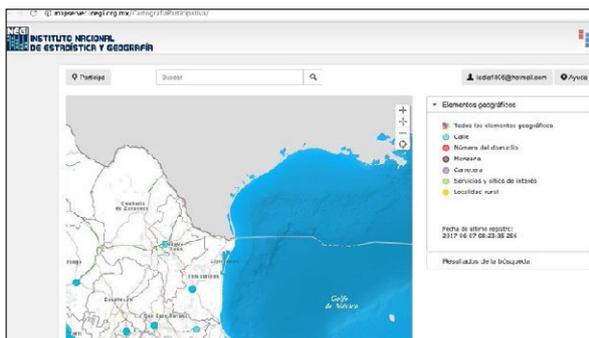


Figura 9. Edición de elementos geográficos.

Fuente: <http://mapserver.inegi.org.mx/CartografiaParticipativa/>

De la edición de los elementos geográficos antes mencionados, se pueden realizar diversos tipos de reporte (ver tabla III), de acuerdo con la información que se considera correcta y apta para su actualización.

TABLA III

Tipos de reportes generados a partir de elementos geográficos

ELEMENTO GEOGRÁFICO	TIPO DE REPORTE
Calles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre incorrecto de la calle</li> <li>Incluir el nombre de la calle</li> <li>Borrar la calle</li> <li>Incluir la calle</li> <li>Cambiar el sentido de la calle</li> </ul>
Número del domicilio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número incorrecto del domicilio</li> <li>Incluir el número del domicilio</li> </ul>
Manzana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir la manzana</li> <li>Borrar la Manzana</li> <li>Dividir la manzana</li> <li>Unir la manzana</li> </ul>
Carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número incorrecto de la carretera</li> <li>Incluir la carretera</li> </ul>
Servicios y sitios de interés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incluir servicios y sitios de interés</li> <li>Borrar servicios y sitios de interés</li> <li>Datos incorrectos del servicio y sitio de interés</li> </ul>
Localidades rurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre incorrecto de la localidad rural</li> <li>Incorporar la localidad rural</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base a la plataforma de cartografía participativa de INEGI.

Para iniciar con una contribución –edición–, se tiene que realizar un acercamiento a la zona que tendrá efecto la modificación y/o actualización, ya que inicialmente se despliega el mapa de la República Mexicana. Una vez encontrado el lugar se posiciona sobre él y se da clic en el botón “Participar”.

Se despliega una nueva ventana donde indica las coordenadas geográficas en la que se sitúa el elemento, además de seleccionar el elemento geográfico y el tipo de reporte, de acuerdo con la tabla III, asimismo, se debe incluir la descripción de cambio que se pretende actualizar y anexar la información complementaria como fotografía y/o documentos de apoyo (ver figura 10).

Figura 10. Reporte de ediciones de elementos geográficos. <http://mapserver.inegi.org.mx/CartografiaParticipativa/>

Cuando se envía el reporte o informe, se le asigna un número de registro –folio–, en el cual se indica que se le dará seguimiento a la participación realizada. El elemento situado como actualizaciones anexa una ficha técnica en cual incluye el folio, el tipo y fecha de registro (ver figura 11).

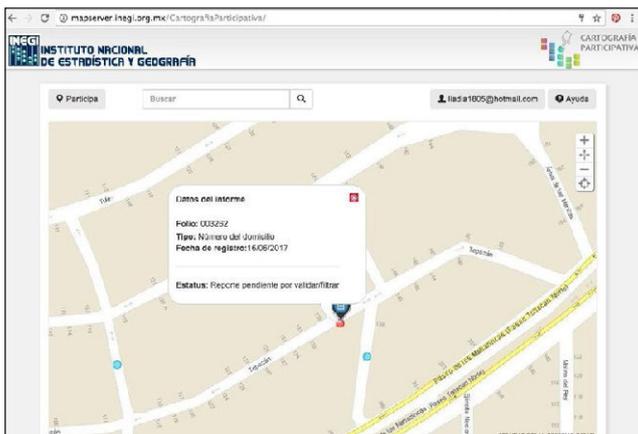


Figura 11. Incorporación de elementos geográficos.  
<http://mapservier.inegi.org.mx/CartografiaParticipativa/>

Cuando se ha realizado la contribución de la actualización de cualquier elemento geográfico, los encargados de la plataforma de cartografía participativa, se dan a la tarea de revisar la información que se pretende actualizar, teniendo para ello diversas herramientas de apoyo, como las imágenes de satélite, Google Earth –extensión de Street View-, Mapa Digital, si no existiera dicha información en las plataformas antes mencionadas, se envía a una brigada de campo a verificar y levantar el dato correspondiente. Es importante aclarar, que el proceso de validación de la información se puede tardar varios meses, ya que se deberá tener correctamente dicha información.

Comprobado la veracidad de la información, se determina incorporar dicha actualización a la plataforma de Mapa Digital para ser consultada por cualquier ciudadano.

Para la asignatura de MRC, es imprescindible que los alumnos conozcan, analicen y se apropien de la conceptualización y representación de las formas de implantación (puntual, lineal y de área) y como esta información espacial se representa en un ámbito digital, abierto de apoyo a la actualización cartográfica participativa.

## II.2 VINCULACIÓN INSTITUCIONAL CON LAS ORGANIZACIONES QUE REPRESENTAN A DICHAS PLATAFORMAS

La generación de alianzas entre las universidades y los diversos sectores productivos, constituye un eje primordial en la formación de cualquier profesional, pues este tipo de acciones permiten validar en la práctica el diseño curricular de todo programa educativo, además de la posibilidad de la realización del servicio social, estancias, favorecer la inserción laboral, entre otros beneficios.

Tal y como lo mencionan Alonzo et al (2007) “Si bien la misión de las Instituciones de Educación Superior (IES) y de las empresas son diferentes, existen puntos de convergencia entre ambas que implican una colaboración mutua que tenga como resultado la satisfacción de necesidades de las dos partes.”

Para el caso específico de las organizaciones y/o instituciones que se consideraron por su plataforma de CP, y que fueron descritas en la sección anterior, se han llevado a cabo una serie de actividades que han permitido estrechar los lazos de colaboración en la Facultad de Geografía de la UAEMéx con las mismas.

En el caso del INEGI se tiene un convenio de colaboración general que involucra no sólo a la Facultad de Geografía,

sino también a Ciencias y Planeación Urbana y Regional. Los puntos específicos de dicho convenio sólo cubren los rubros correspondientes al apoyo para donación, préstamo y adquisición de acervo cartográfico; no obstante, se llevó a cabo un ejercicio de colaboración que funcionó como antecedente al proyecto motivo de este trabajo, el cual consistió en que a través de la asignatura de Prácticas Profesionales, los estudiantes tuvieron oportunidad de integrarse al plan piloto de cartografía participativa de dicha institución. Como parte del seguimiento y evaluación de dicha asignatura, se pudo corroborar el potencial desde el punto de vista académico que este tipo de plataformas y herramientas representan para la práctica docente, desde los periodos iniciales.

Con base en lo anterior, se llevaron a cabo las gestiones con la comunidad OpenStreetMap México (OSM-Mx), que derivaron en la organización de la 1ª. Jornada de Mapeo Libre, en el campus CU de la UAEMéx (Figura 12), en Toluca, Estado de México (OSM, 2016).



Figura 12. Representantes de la comunidad OSM-Mx dando apertura al evento.

Con este evento se logró tener “un buen cruce entre las enseñanzas técnicas con el uso de aplicaciones web y de campo, un panorama de distintas maneras de colaborar con Openstreetmap”, (OSM-Mx, 2016). A lo largo de dos días los asistentes (estudiantes, profesores y público en general) participaron en el aprendizaje de la herramienta de edición (figura 13), así como de las aplicaciones móviles para recorridos y fotomapeo (figura 14).

Con la empresa Here Maps el tipo de vinculación se realizó a través del establecimiento de lo que esta empresa denomina como “Comunidades de expertos”. Este esquema permite realizar la CP a través del monitoreo por parte de un profesor responsable en la IES, y por otra, el responsable local del departamento Communities & Ecosystem de Here. Durante un periodo escolar en particular, y dentro de una asignatura, se determinan áreas específicas de mapeo, con una meta de ediciones, y con las cuales el profesor responsable establece si son parte de la evaluación del curso, o se consideran como opción del número de horas y actividades a desempeñar dentro de la prestación de servicio social o prácticas profesionales.

Durante dos periodos consecutivos, se ha llevado esta actividad en este organismo académico, siendo en uno de ellos donde se implementó este proyecto. Esto también ha permitido que los estudiantes se vinculen con otras comunidades de apoyo a mapeo de zonas; aunado a lo anterior, y con base a los resultados obtenidos en el número de ediciones por parte de los estudiantes, la empresa Here hizo la invitación para que la Facultad fuera la sede del 1er. Mapatón Here México (figura 15).



Figura. 13. Capacitación en el uso del Editor ID de Openstreetmap



Figura. 14. Trabajo de campo y fotomapeo con apoyo de aplicaciones móviles.



Figura. 15. Mapatón Here México (Here, 2017).

**II.3 DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS COMPARATIVOS**

El análisis comparativo permite determinar las diferencias y similitudes de un producto o proceso, de acuerdo con una serie de criterios que, para este caso, proporcionen los elementos más adecuados de aprendizaje de los temas cartográficos y su forma de representación. Adicionalmente, se consideraron también aquellos que lleven a la inducción de las asignaturas de los periodos posteriores, relacionados con el diseño, estructuración e integración de bases de datos.

La tabla IV muestra los elementos o parámetros principales en la evaluación de las plataformas, con una descripción de los mismos.

**TABLA IV**  
Parámetros para el análisis comparativo de las plataformas de CP.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Registro a la plataforma	Facilidad de acceso y creación de cuenta de usuario
Edición de entidades	Diversidad de elementos geográficos y facilidad de modificación de los mismos
Conjunto de datos	Catálogo de atributos y dominios para identificar los elementos geográficos
Aceptación de aportaciones	Proceso de validación de captura y el tiempo en que el usuario que aporta datos puede visualizar cada una de sus ediciones, así como el conteo y estadística personal.
Apertura de datos	Disponibilidad de datos en formatos abiertos y las restricciones correspondientes
Aplicaciones para trabajo de campo	Funcionamiento del editor, en versión para dispositivos móviles
Fotomapeo	Integración de herramientas para integrar fotografías georreferenciadas
Documentación	Información disponible que permita ampliar los conceptos de cada plataforma, o bien para la resolución de dudas.

Fuente: Elaboración propia

**II.4 INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS COMO RECURSO DIDÁCTICO DEL PROGRAMA DE CLASE DE LA ASIGNATURA**

La enseñanza de la cartografía, en particular en la asignatura de Métodos de Representación Cartográfica (MRC) de la Licenciatura en Geoinformática, se enfoca y enfatiza en la representación de las diversas formas de implantación siendo éstas puntual, lineal y de área de los diversos elementos geográficos de la superficie terrestre (UAEMEX, 2016).

Entendiéndose a las formas de implantación gráfica, como la forma de representar los signos y símbolos y el posicionamiento que tengan los hechos y fenómenos geográficos en el espacio geográfico. (Gómez, 2014).

El principal resultado obtenido en MRC fue la elaboración de mapas temáticos de carácter físico y/o socioeconómico, utilizando para ello la base cartográfica, la temática a representar a partir de un objetivo, variables visuales, la simbolización y por supuesto el proceso de generalización.

La generación de un mapa temático con un fin específico se torna compleja de comprender, ya que no sólo implica la representación, sino que además es necesario que los elementos a mapear sean correctamente determinados, de acuerdo al elemento geográfico, y la interpretación y lectura que cualquier usuario debe de hacer del mapa.

Por esta razón se vio la necesidad de incorporar diversas plataformas que apoyaron al entendimiento y apropiación de los conceptos y la generación de los MRC a partir de la participación colaborativa -cartografía participativa-. Para corroborar esta actividad se realizó un ejercicio de verificación en campo de los elementos que en gabinete (plataformas de edición) se determinaron, a través de una salida académica al municipio de Calvillo, Aguascalientes; de igual forma, se llevaron a cabo salidas a sitios locales en el municipio de Toluca, donde se encuentra el campus universitario, específicamente para las

actividades de fotomapeo (figura 16), que se ha convertido en una estrategia didáctica para complementar los temas cartográficos al “generar bancos de fotografías georeferenciadas para ilustrar el entorno” (Jacquin, 2017).

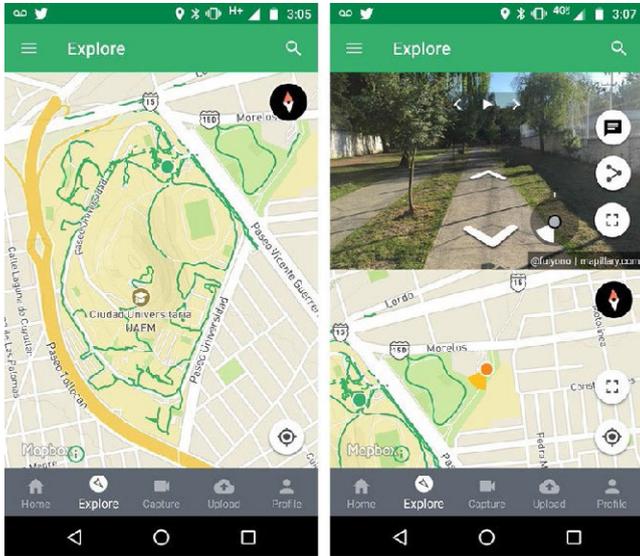


Figura 16. Mapillary: aplicación de fotomapeo a nivel de calle

### III. RESULTADOS

El análisis comparativo realizado, se basó en la posibilidad de contar con elementos para su utilización con fines académicos, como se muestra en la tabla VI.

PARÁMETRO	OSM	HERE	INEGI
Registro a la plataforma	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Edición de entidades	✓✓✓	✓✓	✓
Conjunto de datos	✓✓✓	✓✓	✓
Aceptación de aportaciones	✓✓✓	✓✓✓	✓
Apertura de datos	✓✓✓	✓✓	
Aplicaciones para trabajo de campo	✓✓✓	✓✓	✓
Fotomapeo	✓✓✓	✓✓✓	
Documentación	✓✓✓	✓✓	

TABLA VI: Resultados del análisis comparativo de las plataformas de CP

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a todo lo anterior y a partir del análisis de las tres plataformas, dos de estas carecen de representación de todos los elementos geográficos (HERE e INEGI); las categorías y/o etiquetas son desiguales en todas, ya que se presenta más detalle en algunas y otras carecen de detalle para poder actualizar y representar la información; si bien el apoyo de fondo (imágenes de satélite e información vectorial) existe en las tres, sólo en una de ellas (OSM), existe variedad de visualización y detalle para identificar perfectamente el elemento. Aunado a esto, la información generada en las plataformas solo es de consulta y visualización para el usuario en HERE e INEGI, ya que específicamente para el caso de HERE el usuario que colabora puede acceder a los datos siempre y cuando haya un convenio de por medio entre la IES y la empresa, teniendo como límite un máximo de diez mil transacciones; mientras que en OSM se puede acceder a la información y descargar en diversos formatos entre ellos SHP, y así el usuario tiene la posibilidad de generar su propia cartografía.

### IV. CONCLUSIONES

La dinámica del trabajo permitió a los estudiantes llevar a cabo una comparación e identificación de la plataforma más adecuada, considerando el manejo de los elementos geográficos y su representación a partir de la edición de los mismos.

La realización de un número considerable de ediciones por parte de los alumnos en las tres plataformas les brindó la oportunidad de comprender, por un lado, la representación tan diversa de diferentes fenómenos a partir de las formas de implantación, y, por otro lado, cómo se caracterizan éstas con diferentes atributos, aunado a las diferentes escalas de trabajo de acuerdo con el lugar asignado, especialmente en la actividad desarrollada en el Mapatón de Here (figura 17).

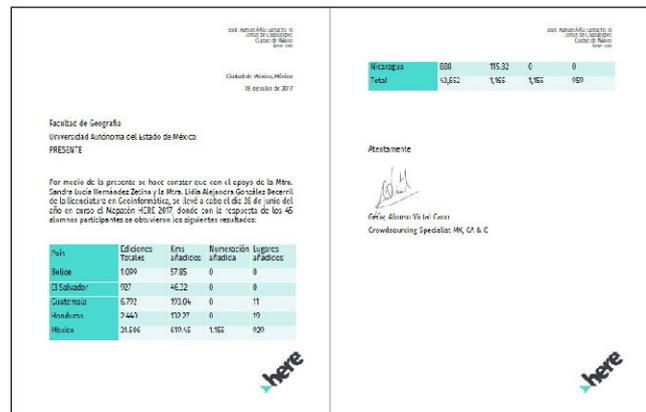


Figura 17. Ediciones alcanzadas en el Mapatón Here

De las plataformas analizadas, Map Creator y el Editor Id de OSM se presentan como opciones viables para ser usadas como recursos didácticos dentro de la enseñanza de la cartografía; sin embargo, cabe señalar que la plataforma de OSM integra características ideales para dar continuidad en el desarrollo de los temas no solamente cartográficos, sino que también permite introducir al estudiante en la estructuración de bases de datos y las consultas asociadas tanto de datos alfanuméricos como espaciales.

Siendo los datos geoespaciales el objeto de estudio del Licenciado en Geoinformática, es necesario que desde los primeros periodos de formación tenga un acercamiento con todas aquellas herramientas que le permitan conocer no sólo el funcionamiento de las mismas para la adquisición de dichos datos, sino también las geotecnologías asociadas, las políticas de uso, las posibilidades relacionadas con la determinación del alcance de un proyecto e incluso, el acercamiento a todas aquellas organizaciones que le permitan tener una participación activa en el desarrollo de su perfil profesional.

### AGRADECIMIENTOS

Nuestro más profundo agradecimiento a Miriam González de la comunidad OSM-Mx, y a Alonso Victal de Here Maps, por todas las facilidades brindadas y el apoyo obtenido en los diversos eventos.

De igual forma, un reconocimiento especial a los estudiantes de las generaciones 2014, 2015 y 2016 de la Licenciatura en Geoinformática, que colaboraron con el proyecto y con su valiosa participación de las diferentes actividades académicas.

### REFERENCIAS

- Alonzo, R. D., Cú B., G., Aragón N., F. (2007). La vinculación universidad sector productivo. *Quaderns Digitals* No. 48. Recuperado de [http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo\\_id=10212](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=10212)
- Buzai, Gustavo (2014). Geografía Global + NeoGeografía. Actuales espacios de integración científica y social en entornos digitales. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*. N° 16, vol. 2, jul-dic 2014, pág. 13-24. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/esso/v16s1/v16s1a02.pdf>.
- Franco Maass S. y Valdez Pérez M. E. (2003). *Principios Básicos de Cartografía y Cartografía Automatizada*. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Toluca, Estado de México, México.
- Gómez Escobar María del Consuelo. (2004). *Métodos y técnicas de la cartografía temática*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Here. (2017, junio 30). Mapatón UAEMéx. [Actualización de estado de Facebook]. Recuperado de <https://www.facebook.com/media/set/?set=oa.1917983318425759&type=1>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2017). *Cartografía participativa*. Consultado el 6 de junio de 2017 y recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/cartografiaparticipativa/default.aspx>
- Jacquine, C. (2017). El rol del fotomapping para el diagnóstico y evaluación enfocada al desarrollo. Abierto al público, Blog del Banco Interamericano de Desarrollo. Consultado el 17 de mayo de 2017 y recuperado de <https://blogs.iadb.org/abierto-al-publico/2017/01/26/rol-del-fotomapping-diagnostico-la-evaluacion-enfocada-al-desarrollo/>
- Nokia Maps on Series 40 (2011). *Nokia Conversations Blog*. Nokia. [http://www.nokia.com/es\\_int](http://www.nokia.com/es_int) . Consultado el 20 de junio 2017.
- UAEMEX. (2006). *Plan de estudios de la Licenciatura en Geoinformática*. Facultad de Geografía. Consultado el 20 de junio de 2017 y recuperado de [http://facgeografia.uaemex.mx/fg/docs/Plan\\_Geoinfo.pdf](http://facgeografia.uaemex.mx/fg/docs/Plan_Geoinfo.pdf)
- Wiki-OSM (2016, December 5). *OpenStreetMap Wiki*. Consultado el 6 de julio de 2017 y recuperado de [http://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=ES:Tag:amenity%3Dplace\\_of\\_worship&oldid=1403521](http://wiki.openstreetmap.org/w/index.php?title=ES:Tag:amenity%3Dplace_of_worship&oldid=1403521).



# Experiencia de la instrucción de los cursos de bases de datos para la maestría profesional en sistemas de información geográfica y teledetección del programa interuniversitario de la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional de Costa Rica

Viquez Viquez Andrés<sup>1</sup>, Hernández Ruiz Irene<sup>2</sup>

1 Escuela de Ingeniería Computación / Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Desamparados de Alajuela, Sede Interuniversitaria de Alajuela, Alajuela, Costa Rica  
anviquez@itcr.ac.cr

2 Escuela de Informática / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales / Universidad Nacional de Costa Rica  
Lagunilla de Heredia, Campus Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica  
irene.hernandez.ruiz@una.cr

## RESUMEN

El presente trabajo da a conocer la experiencia académica al diseñar e impartir los cursos de Diseño y Explotación de Bases de Datos e Implementación de Bases de Datos Geográficas para la Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, dando a conocer los principales temas de los cursos y su forma de abordaje, presentando los recursos de software utilizados, con el fin de que la comunidad académica y público en general los conozcan y puedan utilizarlos en la formación de profesionales en estas disciplinas.

Palabras clave: **sistemas de información geográfica, bases de datos, software SIG, software libre.**

## ABSTRACT

*The current work presents the academic experience to design and teach the courses of Design and Explotation of Databases and Implementation of Geographical Databases for the Professional Master's Degree in Geographic Information Systems and Remote Sensing, announcing the main topics of the courses and their approach, presenting the software resources used it, so that the academic community and general public know them and can use them in the training of professionals in these disciplines.*

**Keywords: geographic information systems, databases, GIS software, open source software.**

## I. INTRODUCCIÓN

La evolución de los sistemas de información geográfica ha sido bastante notable desde sus orígenes hasta nuestros días. Se han transformado de ser una mera combinación de elementos de cartografía cuantitativa, un territorio muy propio de geógrafos y cartógrafos, a conformar plataformas cada vez más robustas, adaptables y particularizadas a necesidades de un sin número de disciplinas. A pesar de su acelerado desarrollo, sus componentes principales se han mantenido a través del tiempo, evolucionando e influenciando el rumbo del SIG, a lo que distinguimos los siguientes elementos (Olaya, 2016):

- La evolución del SIG como disciplina: concibe cómo ha cambiado la presencia social de los SIG, así como su relación con otras disciplinas científicas, tanto influenciándolas como siendo influenciadas por ellas.
- La evolución de la tecnología: concibe cómo ha variado el software SIG, así como los ordenadores, periféricos y otros elementos informáticos de los que depende su funcionamiento.
- La evolución de los datos: concibe cómo ha cambiado la generación y representación de los datos, su almacenamiento y administración.
- La evolución de las técnicas y formulaciones: concibe cómo se han desarrollado nuevos conceptos, enfoques, teorías o ramas de conocimiento.

De los anteriores, los datos vienen a ser el elemento principal del trabajo dentro de un SIG, a lo que se estima que alrededor del 80% de los datos que son almacenados en las bases de datos de las organizaciones tienen un componente espacial (Malinowski & Zimányi, 2010), y a pesar de que en el pasado era muy común que los sistemas de información concibieran la representación de un dato espacial como un campo alfanumérico, con el paso del tiempo se ha comprendido que este modelamiento de forma no espacial limita las capacidades de análisis y descubrimiento de patrones.

Los altos volúmenes de datos espaciales que gestionan las organizaciones y todas sus posibles aplicaciones para la toma de decisiones estratégicas, han forzado a los distintos profesionales a cargo a especializar sus conocimientos, habilidades y metodologías de trabajo en una nueva área de ciencias de la información geográfica.

Costa Rica a pesar de que fue el primer país en la región centroamericana en instaurar el uso de los sistemas de información geográfica en el ámbito universitario, replicando posteriormente esta tendencia en diferentes instituciones gubernamentales, no había podido crear un espacio continuo donde la academia y la industria pudieran compartir sus experiencias, por lo que en el año 2008 como una propuesta a esta necesidad, la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional (UNA) y la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica (UCR) establecieron un programa de posgrado interuniversitario (Solano Mayorga, Moraga Peralta & Cedeño Montoya, 2010).

El programa invita a profesionales pertenecientes a disciplinas de topografía, ingeniería civil, geología, biología, agronomía, ingeniería forestal, ingeniería en computación y geografía a especializarse en métodos y técnicas esenciales de disciplinas como la cartografía, la fotogrametría, la geodesia, la teledetección, los sistemas de posicionamiento global, geoestadística e informática, todas estas vinculadas a la temática de los sistemas de información geográfica (Pro-

grama de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección Escuela de Ciencias Geográficas, 2010). La malla curricular del programa enfatiza en los aspectos teóricos, prácticos y metodológicos de los siguientes ejes temáticos (Programa de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección Escuela de Ciencias Geográficas, 2010):

- Cartografía y SIG
- Teledetección
- Bases de datos
- Programación de aplicaciones SIG
- Análisis espacial

El programa de posgrado consiste en una maestría profesional, lo que significa que se profundiza y actualiza el conocimiento, con el propósito de analizarlo, sintetizarlo, transmitirlo y solucionar problemas. Esto implica un reto para el docente, utilizar una metodología de enseñanza aprendizaje que le permita al estudiante aplicar sus conocimientos en su campo profesional.

Para lograr este objetivo se propone el aprendizaje basado en problemas (ABP), donde lo fundamental está en los ambientes de aprendizaje creados desde situaciones problemáticas pertinentes y significativas para los estudiantes (Reigeluth, 2000).

Durante la solución del problema los estudiantes están aprendiendo los contenidos programados y luego desde la solución final, los estudiantes vuelven sobre lo aprendido, tanto acerca del ámbito del problema mismo, como del método de solución (Parra, Castro & Amariles, 2014).

También con respecto a la relación entre el ABP y los problemas plantean que los problemas deben ser no estructurados y motivar la libre indagación de los estudiantes (De Graaf & Kolmos, 2003), asimismo deben promover actitudes de colaboración como parte de la metodología. Al respecto, es de anotarse que el trabajo en equipo con criterio colaborativo es pieza fundamental del ABP. De esta forma, se destaca que la metodología es interactiva, centrada en el estudiante, organizado para trabajar en grupos pequeños, y metódicamente orientada por el profesor.

Este artículo presenta la experiencia de tres años de impartir los cursos del eje temático de bases de datos en el programa, los tópicos que se estudian, la forma en que se han abordado, las herramientas de software de apoyo utilizadas y los resultados obtenidos a la fecha.

## II. MÉTODO

El eje temático de bases de datos del programa está diseñado para brindar al estudiante los conocimientos básicos de los sistemas gestores de bases de datos que le permitan aprender a diseñar, implementar y explotar las bases de datos, contenidos que son usuales dentro de una malla curricular del área de ciencias de la computación e informática, no obstante al ser la población de estudiantes pertenecientes a la carrera de geografía y disciplinas afines, así como la referencia espacial un elemento sobresaliente en la temática, ha implicado un abordaje distinto al que tradicionalmente se utiliza para estudiantes de carreras de computación e informática.

Los estudiantes inician en el segundo ciclo lectivo del programa el curso de Diseño y Explotación de Bases Datos. Este curso brinda los conocimientos básicos sobre los sistemas gestores de bases de datos (SGBD) y el modelamiento de bases de datos, que permiten a los estudiantes diseñar e implementar

soluciones a problemas que involucren datos tabulares, espaciales o modelos mixtos. El diseño se realiza a nivel conceptual asegurando la representación de los requerimientos de la aplicación independientemente del software utilizado para su implementación. El diseño se formaliza por medio del modelo entidad-relación y considerando las características de las bases de datos, se usan las reglas que permiten transformar el diseño conceptual al diseño lógico e implementar una base de datos en un SGBD. Es un curso teórico-práctico en donde el estudiante analiza diferentes modelos de estructuras de bases de datos, apoyados en el lenguaje de consulta estructurada (SQL). Los contenidos del curso se presentan en la tabla I:

**TABLA I**  
Contenidos del curso diseño y explotación de bases de datos

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos y su relación con los sistemas de información geográfica.</li> <li>• Avances y tecnologías relacionadas al manejo de la información espacial.</li> </ul>
<b>2. FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios de sistemas gestores de bases de datos.</li> <li>• Arquitectura y evolución de los sistemas de bases de datos.</li> <li>• Niveles externo, conceptual e interno de una base de datos.</li> <li>• Ciclo de vida de una base de datos.</li> </ul>
<b>3. MODELIZACIÓN DE BASES DE DATOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapas del diseño de una base de datos.</li> <li>• Introducción a la ingeniería de requerimientos.</li> <li>• Diseño conceptual de bases de datos utilizando los modelos Entidad-Relación (ER) y ER extendido (EER).</li> <li>• Diseño lógico de bases de datos utilizando el modelo relacional.</li> <li>• Transformación de diagramas EER en esquemas relacionales.</li> <li>• Guías informales de buen diseño.</li> <li>• Proceso de normalización para asegurar diseños de alta calidad: dependencias funcionales, llaves, formas normales, descomposición.</li> </ul>
<b>4. LENGUAJE ESTRUCTURADO DE CONSULTAS (SQL)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del esquema de la base de datos.</li> <li>• Diferentes tipos de datos convencionales y espaciales.</li> <li>• Inclusión de restricciones a nivel de la definición de tabla.</li> <li>• Consultas de datos simples y agregados.</li> <li>• Conversión de datos, expresiones y funciones.</li> <li>• Combinación de consultas y subconsultas.</li> </ul>

Una vez finalizado y aprobado el curso, el estudiante continúa su formación en el curso de Implementación de Bases de Datos Geográficas, donde profundiza en las técnicas, herramientas y procedimientos necesarios para la implementación, explotación y gestión de bases de datos espaciales. Al igual que el curso anterior, este es un curso teórico-práctico donde el estudiante desarrolla sus habilidades en el diseño e implementación de bases de datos de tipo espacial, que le permitirá ser capaz de implementar una infraestructura de datos espaciales de pequeña escala que facilite la colaboración entre los usuarios y compartir información. Los contenidos del curso se presentan en la tabla II:

**TABLA II**  
Contenidos del curso implementación de bases de datos geográficas

<b>1. PROGRAMACIÓN AVANZADA CON SQL.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución, captura y modificación de datos.</li> <li>• Transacciones, bloqueos e interbloqueos.</li> <li>• Tablas, índices y vistas.</li> <li>• Procedimientos almacenados.</li> <li>• Funciones definidas por el usuario.</li> <li>• Disparadores.</li> </ul>

<b>2. FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es una base de datos espacial?</li> <li>• Definición y clasificación de los datos espaciales.</li> <li>• Importar y exportar datos espaciales.</li> <li>• Manipulaciones, relaciones y operaciones de datos espaciales.</li> <li>• Importancia de los índices espaciales.</li> <li>• Programación SQL aplicada a datos espaciales.</li> </ul>
<b>3. FLUJOS DE TRABAJO EN BASES DE DATOS MULTIUSUARIO.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionando un ambiente de edición multiusuario.</li> <li>• Editando datos de forma no versionada.</li> <li>• Editando datos de forma versionada.</li> <li>• Configuración e inicialización del repositorio.</li> <li>• Creación y organización de versiones.</li> <li>• Detección e integración de cambios.</li> <li>• Administración de conflictos.</li> </ul>
<b>4. BASES DE DATOS Y SERVIDORES DE MAPAS EN LA WEB.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a las IDE (infraestructura de datos espaciales)</li> <li>• Estándares abiertos e interoperables de la OGC (Open Geospatial Consortium)</li> <li>• Introducción a la arquitectura cliente - servidor.</li> <li>• Servidores de mapas y su relación con las bases de datos.</li> <li>• Publicación de capas y servicios en la web (WMS, WFS, WCS y WPS).</li> <li>• Creación de mapas en caché.</li> </ul>
<b>5. PRINCIPIOS Y ARQUITECTURA DE BASES DE DATOS EN LA NUBE.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la computación en la nube.</li> <li>• Arquitectura en la nube.</li> <li>• Ventajas y desventajas de los servicios en la nube.</li> <li>• Publicación de servicios en la nube.</li> </ul>

Los cursos se imparten de forma cíclica cada dos años en el programa y cada uno consta de diecisiete semanas de duración, donde el estudiante dedica en promedio cuatro horas por semana en clases magistrales presenciales y cuatro horas de estudio independiente.

Para el desarrollo de estos cursos se ha decidido utilizar un proceso de enseñanza más dinámico, que combine diversos enfoques que se complementan entre sí, procurando maximizar un rol activo por parte del estudiante. Por ejemplo, para aprovechar las clases magistrales, se aplica un enfoque pedagógico de aprender haciendo (learning by doing), que consiste en un modelo en que el estudiante construye su conocimiento a partir de lo que hace (Sáez & Ruiz, 2012). La estrategia aplicada en cada lección para apoyar este enfoque pedagógico consiste en:

1. El profesor imparte el contenido teórico apoyándose en el material didáctico preparado para cada tema.
2. El profesor desarrolla en conjunto con los estudiantes un laboratorio (caso de estudio) guiado, donde el estudiante aplica de forma práctica el tema desarrollado.
3. Los estudiantes preparan un reporte de laboratorio con todos los pasos llevados a cabo y su experiencia del proceso.
4. El profesor asigna una tarea para cada tema que los estudiantes desarrollarán fuera de clase.

Las tareas y los laboratorios tienen el propósito que los estudiantes practiquen los conceptos vistos en clase y se preparen para la elaboración del proyecto del curso. El proyecto del curso por su parte tiene como objetivo que el estudiante resuelva un problema real práctico a partir de un caso de estudio propuesto por ellos mismos, de manera que les permita la aplicación y profundización de los conocimientos adquiridos

en el curso. El proyecto está diseñado para fomentar el ABP. El proyecto es continuo entre ambos cursos, lo que implica que el estudiante debe aprobar el primer curso de bases de datos para poder continuar con el segundo. Asimismo, como apoyo a las clases presenciales, se refuerzan temas con lecturas o artículos adicionales, que le permiten al estudiante profundizar en determinadas temáticas, que son evaluadas por medio de pruebas cortas de comprobación de lectura. En la tabla III se procede a detallar los rubros de evaluación y porcentajes aplicados para ambos cursos.

**TABLA III**  
Evaluación de los cursos

RUBRO	PORCENTAJE
Pruebas cortas y tareas	30%
Laboratorios	20%
Proyecto	50%
Total	100%

El desarrollo de las lecciones es apoyado con la herramienta del Aula Virtual Institucional que se basa en la plataforma Moodle. Esta plataforma, basada en software libre, permite a las instituciones educativas crear ambientes de aprendizaje personalizados (Docs.moodle.org, 2017), donde específicamente ha apoyado el desarrollo de los cursos al permitir crear foros de consultas de los estudiantes, crear un repositorio de materiales donde los estudiantes pueden descargar por semana el material visto en clase y permitir a los estudiantes enviar los diferentes entregables para su respectiva revisión. En la figura 1, se presenta una ilustración del Aula Virtual Institucional.



Figura 1. Aula Virtual Institucional.

El desarrollo de cada unidad temática es apoyada con diferentes herramientas de software, que le permiten al estudiante tener una visión práctica de los conceptos relacionados a las bases de datos, donde no se pretende profundizar en aspectos particulares de las herramientas de software, sino que el software se convierte en un instrumento para mejorar el entendimiento de los contenidos de los cursos. Las herramientas utilizadas en los cursos en su mayoría son basadas en software libre, licenciadas bajo el modelo de Licencia Pública General de GNU, esto quiere decir que cumple los siguientes cuatro principios (Gnu.org, 2017):

- Libertad 0: libertad de utilizar el programa para cualquier propósito.
- Libertad 1: libertad de estudiar el funcionamiento del programa y de modificarlo, con el fin de adaptarse a las necesidades.
- Libertad 2: libertad de distribuir el programa a otros sin restricciones.
- Libertad 3: libertad de mejorar el programa y hacer públicas estas mejoras, beneficiando a otros.

La razón en desarrollar las unidades temáticas de estos cursos principalmente utilizando software libre, es demostrar a los estudiantes que los proyectos basados en software libre pueden tener un alcance igual o superior a los proyectos basados en software comercial, que existe toda una comunidad de usuarios y empresas que soportan estas iniciativas y por el alto impacto de estas soluciones para el desarrollo de las ciudades emergentes en Latinoamérica, el software no debe ser limitante ni exclusivo a una minoría. El software que los estudiantes utilizan durante el curso se describe a continuación en la tabla IV.

**TABLA IV**  
Software ordenado por relevancia en el desarrollo de los contenidos de los cursos

#	SOFTWARE UTILIZADO	TIPO	LICENCIA
1	PostgreSQL / PostGIS.	Sistema gestor de bases de datos	Libre
2	QGIS.	Software de escritorio SIG	Libre
3	PgModeler.	Modelador de bases de datos	Libre
4	Microsoft SQL Server.	Sistema gestor de bases de datos	Propietaria
5	Geoserver.	Servidor de mapas web	Libre
6	ArcGIS.	Software de escritorio SIG	Propietaria

### III. RESULTADOS

Estos cursos se han impartido para tres promociones del programa, logrando llegar a una población de 53 estudiantes, pertenecientes a disciplinas de topografía, ingeniería civil, agronomía, ingeniería forestal, ingeniería en computación y geografía, siendo esta última su mayor foco. La distribución de la población abarca estudiantes que van desde los 25 años hasta los 54 años, de los cuales 37 son hombres y 16 mujeres, alcanzando una aprobación del 96,23%.

Los temas desarrollados por los estudiantes han permitido crear y fortalecer un vínculo academia - industria, pues han sido casos reales en instituciones, que en ocasiones se han utilizado para el desarrollo de trabajos finales de graduación, permitiendo no sólo que el estudiante cumpla con un requisito de graduación, sino que han tenido un impacto positivo para las instituciones donde los desarrollaron, como se procede a resumir en las tablas V, VI, VII y VIII.

**TABLA V**  
Proyectos más relevantes desarrollados durante el 2014 (parte I)

NOMBRE DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	APORTE
Propuesta de diseño para el SIG aplicado a dos proyectos hidroeléctricos	Propuesta para manipular y consultar datos geoespaciales almacenados en archivos CAD, desde sus aportes a los PHs, hasta el presente y futuro, con el objetivo de establecer los lineamientos para la integración de datos topográficos al SIG, utilizando los insumos generados en campo y procesados en oficina, como apoyo a los procesos de construcción de la arquitectura de datos geoespaciales.	El 98% de la energía producida en el país proviene de fuentes renovables, con el piloto de dos proyectos hidroeléctricos se permitió la visualización y consulta de información topográfica actualizada crítica para los departamentos.
Implementación de una base de datos para el cálculo de velocidades para calles mediante información remota de automóviles y camiones de reparto para San José Costa Rica.	Propuesta para determinar la velocidad promedio de la calle según el sentido vial usando un promedio del atributo velocidad de los probes más cercanos a la calle, mediante la función de proximidad que integran las bases de datos espaciales.	Al transmitir en tiempo real la información del tráfico en las calles por donde se van desplazando los conductores, les permite la búsqueda de rutas alternas, reduciendo el tiempo de desplazo a sus destinos.

**TABLA VI**  
Proyectos más relevantes desarrollados durante el 2014 (parte II)

NOMBRE DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	APORTE
Diseño e implementación de una base de datos espacial aplicado en la web para los sitios arqueológicos de la región de San Ramón	Desarrollo de una base de datos que mejore la administración, gestión y divulgación del registro de sitios arqueológicos cuyos resultados obtenidos pueden estar disponibles a diferentes públicos.	Los sitios arqueológicos registrados representan la labor investigativa durante casi cincuenta años, que pudieron ser compartidos de una forma más segura y controlada por la institución.
Desarrollo de un sistema de información geográfica en ambiente web para la consulta de datos catastrales de los predios.	Desarrollo de una base de datos espacial que ayude a un ordenamiento registral y catastral, con el objetivo que permita la implementación de servicios de mapas en internet para la toma de decisiones de los altos mandos de la institución.	Ha permitido a la empresa tener un mayor control de propiedades y terrenos donde se encuentra la infraestructura y los activos que administra desde sus inicios y que con el paso del tiempo ha crecido.

**TABLA VII**  
Proyectos más relevantes desarrollados durante el 2015

NOMBRE DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	APORTE
Propuesta de diseño de un SIG para la gestión y consulta de información del Plan GAM 2013 y los bonos individuales.	Desarrollo de un sistema de información geográfica institucional que permita ordenar la información cartográfica y estadística que ha sido recogida con el tiempo y aquella elaborada de acuerdo a los estudios y proyectos de los departamentos.	Ha permitido el monitoreo de variables asociadas a las actividades humanas, facilitando la toma de decisiones en materia de desarrollo territorial.
Identificación de zonas de vulnerabilidad, ante derrames de hidrocarburos en la costa del Pacífico en Costa Rica.	Elaboración de mapas de sensibilidad de las áreas marino costeras en el Pacífico centroamericano, ante derrames de hidrocarburos, con la correspondiente identificación de zonas de alta vulnerabilidad que contemple elementos como infraestructura portuaria y rutas de transporte marítimo, así como hábitats y ecosistemas marinos y costeros críticos para las actividades productivas en la región.	Ha permitido reducir el impacto ambiental y socioeconómico de derrames de hidrocarburos en las rutas de transporte marítimo, especialmente las de petroleros y tanqueros en el Pacífico Central de Costa Rica.

**TABLA VIII**  
Proyectos más relevantes desarrollados durante el 2017

NOMBRE DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	APORTE
Diseño de un sistema de información geográfica para la toma de decisiones en acciones estratégicas en materia de seguridad vial.	Diseño de un sistema de información geográfica que permita un manejo eficiente de información geográfica de las acciones estratégicas institucionales y la seguridad vial del país, para gestionar los procesos de tomas de decisiones en el territorio con base en criterios técnicos y científicos.	Ha permitido la elaboración de acciones estratégicas en materia de seguridad vial.

Una parte considerable del éxito de estos proyectos en las instituciones y empresas, y por consecuencia su impacto de forma directa o indirecta en la sociedad, ha sido alcanzada gracias a la estrategia de enseñanza aprendizaje con la que se cubre el eje temático de bases de datos en el programa.

#### IV. CONCLUSIONES

A continuación se enumeran las principales conclusiones que se han obtenido en este trabajo:

- El uso de software libre SIG les permite a las profesiones sistemas de información de geográfica lograr desarrollar soluciones factibles, tanto en alcance como en costo, al no incurrir en altos costos de inversión en licenciamiento, acoplándose tanto a proyectos sencillos como complejos. Por otro lado, este curso es la aplicación de los conocimientos de bases de datos dirigido a profesionales en el campo que les permite generar la independencia tecnológica y que ellos mismos puedan gestionar sus propios datos.
- Las herramientas de TI actuales les permiten a los estos profesionales visualizar, gestionar, editar y analizar datos; logrando que la información a procesar sea más fácil de compartir y de una forma más eficiente.
- Los equipos interdisciplinarios en los trabajos actuales son de gran importancia; sin embargo el ingeniero en computación e informática debe acoplarse para poder colaborar en el proceso de gestión de la información y entender que dentro de esta disciplina es un colaborador para el desarrollo de un gran proyecto.
- Los estudiantes del curso han tenido un gran desempeño del mismo, no solo por su alta aprobación, sino que han logrado implementar una solución al trabajo diario en muchas instituciones del país.
- Al ser dos cursos del área de maestría, la cual es impartida por dos universidades públicas muy importantes de Costa Rica, ha permitido el intercambio de conocimientos entre los docentes del área y poder trabajar de manera interdisciplinaria con docentes cuya área de trabajo son las TIC.
- Las herramientas de software libre utilizadas en el curso, fueron de un gran beneficio para los estudiantes, ya que son herramientas que le permiten desarrollar un trabajo en su área, logrando grandes resultados. Lo cual quiere decir que estas herramientas, aunque no tienen un costo económico, generan resultados óptimos.
- El aprendizaje learning by doing genera en el estudiante un gran conocimiento, ya que los temas vistos en los dos cursos, los estudiantes lograron aplicar sus conocimientos desde la primera clase, esto aumenta la motivación con el tema durante la clase y convierte al docente en un facilitador del proceso.

#### AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de los cursos de Diseño y Explotación de Bases de Datos e Implementación de Bases de Datos Geográficas de la Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, que gracias a su compromiso y dedicación en las clases fue posible esta participación, así como a la Escuela de Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica por su apoyo y patrocinio para participar de este congreso.

#### REFERENCIAS

- CH. Reigeluth; J. Moore. La enseñanza cognitiva y el ámbito cognitiva. En: Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Madrid: Aula XXI Santillana, 2000.
- Docs.moodle.org. (2017). Acerca de Moodle - MoodleDocs. [en línea] Disponible en: [https://docs.moodle.org/all/es/Acerca\\_de\\_Moodle](https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle) [Accedido 20 mayo 2017].
- E. De Graat; A. Kolmos. "Characteristics of Problem-Based Learning". International Journal of Engineering Education, Vol 5, No 19, pp. 657-662, 2003.
- E. Parra; C. Castro; M. Amariles. "Casos de éxito de la aplicación de la metodología de aprendizaje basado en problemas ABP". IngEam No 1, pp. 12-23, 2014.
- Gnu.org. (2017). El sistema operativo GNU y el movimiento del software libre. [en línea] Disponible en: <http://www.gnu.org/home.es.html> [Accedido el 20 mayo 2017].
- Malinowski, E. and Zimányi, E. (2010). Advanced Data Warehouse Design. 1st ed. Berlin: Springer, p.133.
- Olaya, V. (2016). Sistemas de Información Geográfica. Lugar de publicación no identificado: CREATESPACE.
- Programa de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y 7 Teledetección Escuela de Ciencias Geográficas. (2010). Revista Geográfica de América Central, 45(2), pp.201-207.
- Sáez, J. M., & Ruiz, J. M. (2012). Metodología didáctica y tecnología educativa en el desarrollo de las competencias cognitivas: aplicación en contextos universitarios. Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado, 16(3), pp.373-391.
- Solano Mayorga, M., Moraga Peralta, J. and Cedeño Montoya, B. (2000). Historia y evolución de los sistemas de información geográfica en Costa Rica. Revista Geográfica de América Central. Vol. 2 No. 43 (2010). Red Universidad Nacional de Costa Rica.

# La enseñanza de la geografía (SIG) en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, periodo 2013-2016

Álvarez-Garay, Benjamín<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra Sistemas de Información Geográfica / Escuela Ciencias Exactas y Naturales / Universidad Estatal a Distancia  
Mercedes, Montes de Oca / San José / Costa Rica  
balvarez@uned.ac.cr

## RESUMEN

La enseñanza de la geografía en la Universidad Estatal a Distancia (UNED) es una actividad permanente y apoyada por la Cátedra de Sistemas de Información Geográfica y el Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica (LIIT). Se desarrollan asignaturas (plan de licenciatura), cursos (para estudiantes y funcionarios), talleres y charlas (para instituciones públicas y privadas). Además, se ha conformado una Infraestructura de Datos Espaciales institucional para capacitaciones.

Brindar herramientas básicas para el manejo adecuado de un receptor de señal satelital, uso de un programa SIG, construcción de datos espacial, geo-referenciación de información, así como la introducción al análisis espacial y opciones para la presentación de documentos, informes y trabajos de investigación. Es un proyecto de extensión universitaria, que apoya la enseñanza de la geografía. Utiliza estrategias como i) plataformas virtuales, ii) video-tutoriales, iii) tutorías presenciales, iv) blog especializado y utiliza herramientas como i) programa SIG, ii) cartografía, iii) trabajo de campo y iv) casos de estudio. Se recomienda lectura en geografía. En la oferta académica formal se tiene la asignatura Geomática y Cartografía Digital, y Sistemas de Información Geográfica y Agromática, disponibles de forma cuatrimestral. La oferta académica no formal posee el curso sobre SIG de forma semestral, y los talleres y charlas, para instituciones específicas. La participación activa de estudiantes y funcionarios en la temática de geografía y SIG ha generado que tanto las asignaturas, cursos y talleres se presenten de forma continua e implementando técnicas diferentes de evaluación.

Palabras clave: **Educación a distancia, enseñanza, SIG, GPS, UNED.**

## ABSTRACT

*The teaching of geography at the Universidad Estatal a Distancia (UNED) is a permanent activity and supported by the Department of Geographic Information Systems and the Laboratory of Research and Technological Innovation (LIIT). Courses are developed (bachelor's degree plan), courses (for students and staff), workshops and talk educational talks (for public and private institutions). In addition, an institutional Spatial Data Infrastructure has been formed for training.*

*Provide basic tools for the proper management of a satellite signal receiver, use of a GIS program, spatial data construction, geo-referencing of information, as well as introduction to spatial analysis and options for presentation of documents, reports and work investigation. It is a university extension project, as it supports the teaching of geography. It uses strategies such as i) virtual platforms, ii) video tutorials, iii) face-to-face tutorials, iv) specialized blog and uses tools such as i) GIS program, ii) cartography, iii) field work and iv) case studies. In addition, reading in geography is recommended. In the formal academic offer has the subject Geomatics and Digital Mapping, and Geographic and Agromatic Information Systems, available on a quarterly basis. The non-formal academic offer has the semester GIS course, and the workshops and talk educational, for specific institutions. The active participation of students and staff in geography and GIS has led to both courses, courses and workshops being presented on a continuous basis and implementing different assessment techniques.*

**Keywords:** *Distance education, Teaching, GIS, GPS, UNED.*

## I. INTRODUCCIÓN

En la Universidad Estatal a Distancia (UNED), la enseñanza de la geografía se presenta desde los años noventa y el uso de los sistemas de información geográfica a finales de la década del 2000. Con la creación de la Cátedra Sistemas de Información Geográfica (año 2014) se implementan materias en educación formal (asignaturas), que se imparten en dos programas de estudio (Manejo de Recursos Naturales e Ingeniería Agronómica) y en educación no formal (cursos, talleres y charlas), los cuales se ofrecen a estudiantes y funcionarios universitarios y de instituciones públicas (Álvarez-Garay & Córdoba-Gamboa, 2015).

Las asignaturas (Geomática y Cartografía Digital para Manejo de Recursos Naturales, y Sistemas de Información Geográfica y Agromática para Ingeniería Agronómica), están insertos en los planes de estudios de ambos programas a nivel de licenciatura y tienen como finalidad, brindar a los estudiantes herramientas de gestión espacial y la representación de datos de sus áreas de estudio.

Los cursos, talleres y charlas, pretenden desarrollar en las personas participantes conocimientos y fundamentos básicos de los SIG y geo-referencia de datos en el campo, aplicados al quehacer propio de cada institución.

Para el desarrollo de estas actividades, la geografía y los SIG son una herramienta fundamental en la educación ya que permiten la adaptación y continuidad del aprendizaje, introducen nuevas formas de pensamiento y permiten la construcción del aprendizaje en nuevas tecnologías aplicadas a diferentes disciplinas (Álvarez-Garay & Álvarez-Castro, 2012).

En la UNED, el proceso pedagógico para la enseñanza de la geografía, está basado en el uso de herramientas interactivas y que promuevan la participación del estudiante, es así como el uso de videos, blogs y prácticas en red son necesarias para despertar en el estudiante su carácter investigativo y promueva una enseñanza participativa y moderna (Santiago-Rivera, 2013; UNED, 2016).

Este proceso de enseñanza se desarrolla bajo el modelo de educación a distancia, el cual, toma los aspectos básicos de la enseñanza y de la educación tradicional (presencial), como mediación pedagógica y los transforma en el acompañamiento, promoción y aprendizaje de una forma no presencial, es decir, el docente o como es llamado en este tipo de educación, el tutor, provee técnicas, guías y herramientas necesarias para que el estudiantado pueda aprender y entender lo que se expone en el curso, sin la presencia de una persona que dirija la clase o lección (Alfonso-Sánchez, 2003).

La educación a distancia, se apoya en recursos no tradicionales (tutoría presencial, quices, presentación en aula, entre otros), para la ejecución de sus objetivos y metas, tomando como base, aquellos recursos que fomenten la interacción de las estudiantes, sin que ellos estén presentes, tanto en tiempo como en espacio; es así como el uso de una plataforma electrónica, desarrollo de foros, uso de unidades didácticas multimediales, videos, desarrollo de blogs, entre otros recursos, son necesarios e importantes en la enseñanza a distancia (CNIIE, 2013).

Por su parte la educación tradicional (presencial), se presenta como un curso en donde los estudiantes, aprenden conceptos, desarrollaban actividades académicas (exámenes, quices) y dedican horas aprendiendo a utilizar un programa especializado en sistemas de información geográfica. Este proceso era repetido (varias veces a la semana) y en algunos casos, los estudiantes tenían poca motivación para seguir cursando la materia (Hernández & Ordoqui, 2009).

Este documento plantea brindar las herramientas básicas para el manejo adecuado de un programa SIG, receptor de señal satelital, construcción de datos espacial, geo-referenciación de información, así como la introducción al análisis espacial y opciones para la presentación de documentos, informes y trabajos de investigación.

Se pretende también que la geografía y los SIG ayuden a la comprensión de cambios importantes en el espacio, tanto en su composición y estructura. Como también explicar que el modelo análogo de los SIG (enseñanza basada en las cartas topográficas realizadas a mano y del saber popular), el modelo digital (utilización de programas especializados para la construcción de geográfica y cartografía) y el modelo automatizado (vinculación de la geografía a las nuevas tendencias de la tecnología, redes e información colaborativa) son parte de un proceso que se debe entender y estudiar para aplicarlos a las diferentes ciencias o disciplinas (Buzai, 2012).

## II. MÉTODO

Este es un proyecto de extensión, ya que trata de dar las pautas básicas para el manejo y uso básico de un sistema de información geográfica (SIG), y levantamiento de información espacial, mediante receptores de posicionamiento global (GPS).

Para ello, en la Universidad Estatal a Distancia se tienen dos tipos de ofertas académicas i) formal y ii) no formal (ver figura 1).

La primera oferta se refiere a las asignaturas Geomática y Cartografía Digital, código 03281, que se imparte en el pro-

grama Manejo de Recursos Naturales (MARENA) para los tres cuatrimestres del año a nivel de licenciatura y Sistemas de Información Geográfica y Agromática, que se presenta para el programa de Ingeniería Agronómica, para el nivel de licenciatura, solamente en el tercer cuatrimestre.

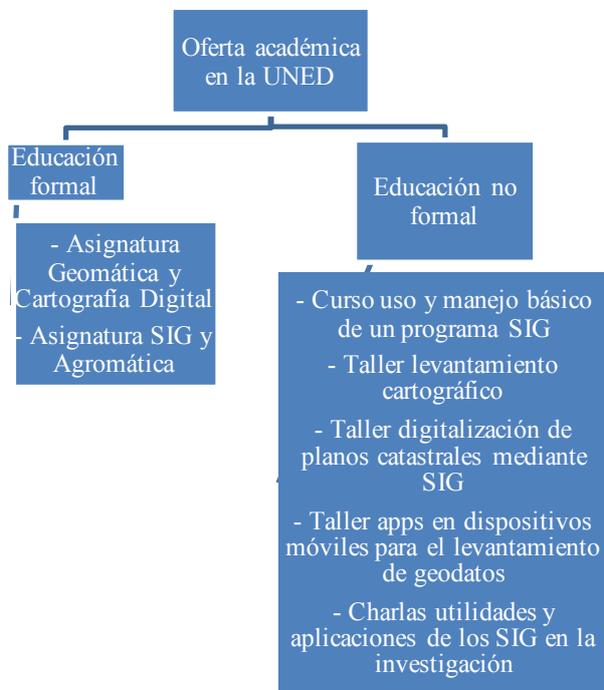


Figura 1: Oferta académica de la enseñanza de la geografía (SIG) en la UNED

Fuente: Benjamín Álvarez Garay, 2017

El desarrollo de estas asignaturas, se apoyan en estrategias de enseñanza donde se presentan clases magistrales, clases virtuales, videotutoriales y trabajo de campo (ver figura 2).

La segunda oferta corresponde al curso uso y manejo básico de un programa en sistema de información geográfica, al taller levantamiento cartográfico mediante el uso de receptor de señal satelital (GPS), el taller digitalización de planos catastrales mediante sistemas de información geográfica, el taller aplicaciones (apps) en dispositivos móviles para el levantamiento de geodatos y la charla sobre las utilidades y aplicaciones de los SIG en la investigación.

Para esta oferta académica (no formal), el curso se ofrece dos veces al año (de forma semestral), los talleres una vez al año y la charla de acuerdo con la demanda de las personas que lo solicitan (generalmente dos veces al año).

Estos dos tipos de ofertas académicas se apoyan en estrategias de enseñanza, las cuales ayudan a una mejor comprensión de la temática geográfica (ver figura 2).

Las cuatro estrategias de enseñanza se presentan en las asignaturas y curso SIG. Para el caso de los talleres, se utilizan las estrategias clases magistrales y videotutoriales.

Estas estrategias de enseñanzas están apoyadas por herramientas de enseñanza, las cuales facilitan la comprensión y desarrollo del aprendizaje de los SIG en la UNED (ver figura 3).

En todas las ofertas académicas los programas en SIG son el eje transversal, seguido de los videotutoriales, ya que ayudan a comprender y apoyar los geoprocesos realizados, por su par-

te los receptores GPS se utilizan en las asignaturas y en el taller de levantamiento cartográfico.

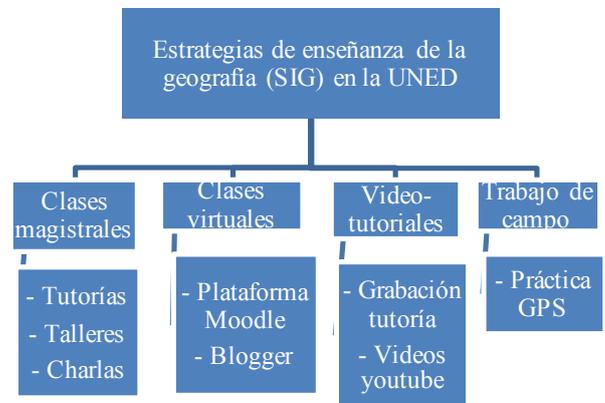


Figura 2: Estrategias de enseñanza de la geografía (SIG) en las ofertas académicas.

Fuente: Benjamín Álvarez Garay, 2017.

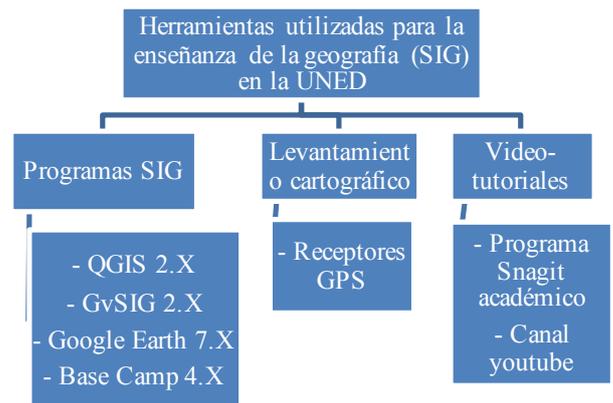


Figura 3: Herramientas utilizadas para la enseñanza de la geografía (SIG) en la UNED.

Fuente: Benjamín Álvarez Garay, 2017.

### III. RESULTADOS

La enseñanza de los SIG en la UNED está en crecimiento, pues desde 2013 al 2016, se han capacitado 287 estudiantes, 44 funcionarios de la UNED y 72 funcionarios de instituciones públicas (Ministerio de Salud, Sistema Nacional de Áreas de Conservación y Ministerio de Hacienda). Este proceso de enseñanza es esencial, ya que genera conciencia de la importancia de los SIG y las ciencias geográficas en el desarrollo de proyectos, investigaciones y formación personal y académica.

A nivel global, se trata de que la enseñanza de la geografía y los SIG, tengan una estructura definida y que sea alimentada con las necesidades que plantean las personas que ingresan a las asignaturas, cursos y talleres.

Se detalla a continuación los resultados que la UNED y en la Cátedra de Sistemas de Información Geográfica ha venido desarrollando en la temática de SIG, además del uso de las estrategias y herramientas utilizadas.

## 1. ASIGNATURAS

Las asignaturas corresponden a las materias que poseen una evaluación sumativa y evaluativa de un programa de estudio, las cuales poseen una nota final y forman parte de una currícula universitaria (UNED, 2012).

La asignatura Geomática y Cartográfica digital, código 03281 forma parte del Programa Manejo de Recursos Naturales y se ubica en el primer bloque de licenciatura y tiene como objetivo la aplicación de un paquete de Sistemas de Información Geográfica, para la creación y manejo de bases de datos, gestión de fotografías aéreas e información ráster, descarga de datos GPS, para la elaboración de modelos espaciales, reportes tabulares y cartográficos. Posee 3 créditos, 135 horas de desarrollo y se imparte 3 cuatrimestres al año.



Figura 4: Portada de la orientación académica de Geomática y Cartografía Digital.

Fuente: Cátedra Sistemas de Información Geográfica, 2016.



Figura 5: Trabajo de campo de la asignatura SIG y Agromática. Guácimo, Limón, 2013.

Fuente: Cátedra Sistemas de Información Geográfica, 2013

Por su parte la asignatura Sistemas de Información Geográfica y Agromática, código 3133, forma parte del programa Ingeniería Agronómica y tiene como objetivo introducir a los y las estudiantes en el concepto y utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en lo que respecta a captura, procesamiento, análisis y presentación de información en el campo de la agronomía, así como de contribuir en el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas de los elemen-

tos básicos del uso de la agromática y sus aplicaciones potenciales en los sistemas de producción agropecuaria. Posee 3 créditos, 135 horas de desarrollo y se imparte en el tercer cuatrimestre de cada año.

De acuerdo con los datos proporcionados por la unidad de Registro de la UNED, se tiene que desde el 2013 hasta el 2016, 148 estudiantes cursaron estas asignaturas, donde 139 aprobaron y 9 la reprobaron (ver cuadro 1).

### CUADRO 1.

CANTIDAD DE ESTUDIANTES APROBADOS Y REPROBADOS EN LAS ASIGNATURAS 03281 Y 03133

AÑO	APROBADOS	REPROBADOS	TOTAL
2013	3	0	3
2014	30	3	33
2015	40	1	41
2016	66	5	71
<b>TOTAL</b>	<b>139</b>	<b>9</b>	<b>148</b>

Fuente: Unidad de Registro, UNED, 2017.

Para ambas asignaturas se desarrollan las siguientes actividades de evaluación:

i) Laboratorios: se ofrecen tres laboratorios o tutorías presenciales, donde los estudiantes tienen un espacio de contacto con el profesor, para aclarar dudas y desarrollar actividades y prácticas. Los laboratorios también presentan espacios virtuales donde se desarrollan prácticas en casa y en el lugar de trabajo.

ii) Trabajo de campo: se ofrece una tutoría en la cual realizan un trabajo de campo. Consiste en desarrollar una práctica con un receptor de señal satelital (GPS), donde los estudiantes desarrollan las habilidades aprendidas en los laboratorios, practican técnicas de recolección de geodatos y aplican las metodologías explicadas en clase.

iii) Plataforma tecnológica: cada asignatura ofrece una plataforma tecnológica (plataforma virtual Moodle 3.x), en donde el estudiante aclara sus dudas, resuelve ejercicios académicos y entrega prácticas y trabajos evaluados. Además, es el medio en donde los estudiantes pueden consultar y descargar las tutorías grabadas.

iv) Material multimedia: corresponden a los materiales de apoyo y guía a los estudiantes. Se dispone de un blog especializado en teorías sobre información geográfica (<http://inecumene.blogspot.com/>), videos sobre uso de SIG (<https://www.youtube.com/user/bamauriel/videos>) y el libro digital "Sistemas de Información Geográfica", desarrollado por el señor Victor Olaya, año 2014. Este libro sirve para conocer la teoría SIG de una forma general.

v) Programas especializados: los programas utilizados en las asignaturas corresponden al programa geográfico Quantum Gis 2.x (Qgis), Google Earth 7.x y Base Camp 4.x. Con estos programas se desarrollan las prácticas en las tutorías o laboratorios.

La totalidad de los estudiantes que cursan esta asignatura, deben aplicar alguna técnica SIG en su trabajo final de graduación, ya sea desarrollando un mapa temático o aplicando una metodología para la recolección de geodatos en el campo, de esta forma se evalúa la utilidad de las asignaturas en los programas de estudio.

Además estas asignaturas sirven como una herramienta base para que se puedan aplicar en el desarrollo del programa de licenciatura, ya sea en la construcción de cartografía de sus trabajos de investigación o trabajos de campo.

2. CURSO SOBRE SIG

El curso no posee una evaluación formal, ni tampoco forma parte de un plan de estudios o currícula, corresponde principalmente a un curso de actualización personal y profesional donde el estudiante y el profesional deciden si quieren aprender a utilizar un programa SIG y así aplicarlo en su quehacer profesional (UNED, 2012).

Al igual que las asignaturas, el curso sobre SIG, se apoya en el desarrollo de videos de las clases presenciales, uso del blog especializado en SIG para fortalecer el conocimiento y gestión de los programas utilizados.



Figura 6: Desarrollo del curso SIG a funcionarios del SINAC. Carara, Puntarenas, 2014.

Fuente: Cátedra Sistemas de Información Geográfica, 2014

Para el desarrollo de este curso, se ha estructurado en módulos, por tanto, el estudiante y el profesional deciden cuales módulos cursar y cuales desarrollar de forma exhaustiva. Los módulos del taller corresponden a:

- i) Conceptos básicos en SIG e introducción a programa SIG: se desarrolla de forma presencial y comprende, todo el componente teórico sobre los SIG, antecedentes e influencia en la actualidad. Posee una duración de 4 horas presenciales.
- ii) Creación, gestión y digitalización de archivos vectoriales y manipulación de tablas alfanuméricas (geodatos): Se desarrolla de forma presencial y prácticas virtuales. Se enfoca principalmente en la creación de datos vectoriales y construcción de datos en la tabla de atributos. Posee una duración de 8 horas presenciales y 6 horas virtuales.
- iii) Levantamiento cartográfico mediante Receptor de Señal Satelital: Se desarrolla un trabajo de campo, la persona debe gestionar un receptor de señal satelital (GPS) y recolectar datos de campo, mediante la función de “waypoint” y “tracklog”. Posee una duración de 8 horas presenciales.
- iv) Introducción al uso de la herramienta vectorial: Se desarrolla de forma presencial y prácticas virtuales. Se practican las funciones de herramienta de análisis, herramienta de investigación, herramientas de geometría y geoprocamiento básico (unir, cortar, pegar, disolver y buffer). Posee una duración de 4 horas presenciales y 4 horas virtuales.
- v) Introducción al uso de la herramienta ráster: Se desarrolla de forma presencial y prácticas virtuales). Se genera la creación de modelos de elevación, análisis espacial, recorte y extracción de información rasterizada. Posee una duración de 4 horas presenciales y 4 horas virtuales.

La información de participación al curso sobre SIG, para los años 2013 al 2016, se muestra a continuación:

CUADRO 2.

CANTIDAD DE ESTUDIANTES Y FUNCIONARIOS QUE HAN LLEVADO EL CURSO SIG

AÑO	ESTUDIANTES	FUNCIONARIOS UNED	INSTITUCIONES PÚBLICAS	TOTAL
2013	36	1	0	37
2014	46	1	2	49
2015	37	19	42	98
2016	20	23	20	63
<b>TOTAL</b>	<b>139</b>	<b>44</b>	<b>64</b>	<b>247</b>

Fuente: Cátedra Sistemas de Información Geográfica, 2017.

En el cuadro 2 se puede observar que 247 personas lo han cursado, de los cuales 139 son estudiantes (nivel de bachillerato universitario), 44 funcionarios de la UNED y 64 funcionarios de instituciones públicas.

Para el caso de los funcionarios de la UNED, ellos solicitaron el curso a la Cátedra Sistemas de Información Geográfica, ya que querían aplicar alguna técnica SIG en los proyectos de extensión e investigación que estaban desarrollando con la universidad. Similares objetivos poseen los funcionarios de instituciones públicas como Ministerio de Salud, Sistema Nacional de Áreas de Conservación y Ministerio de Hacienda.

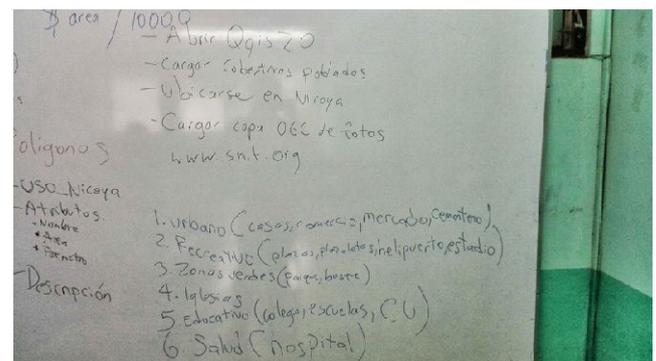


Figura 7: Práctica de digitalización en el curso SIG. Nicoya, Guanacaste, 2013.

Fuente: Cátedra Sistemas de Información Geográfica, 2013.

Los funcionarios del Ministerio de Salud tomaron como base el curso para crear una Infraestructura de Bases de Datos Espaciales (IDE) en salud, primera en Costa Rica y con ello poner a disposición de la población costarricense los datos más relevantes en materia de salud. Para el caso de los funcionarios del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, el curso les sirvió para desarrollar metodologías propias para el levantamiento de geodatos en materia de recursos naturales y áreas de protección; por su parte los funcionarios del Ministerio de Hacienda están apostando por la creación de un laboratorio en SIG, para luego generar una IDE en materia de tributos para Costa Rica.

Se puede concluir que el curso SIG, es una herramienta adecuada para aquellas personas que no poseen tiempo para cursar una carrera universitaria, sin embargo, en su quehacer profesional, ocupan una herramienta espacial para facilitar el análisis de datos y presentación de información.

3. TALLERES

El taller es una estrategia de enseñanza que busca introducir a las personas la importancia del uso de una aplicación SIG a una actividad en específico. Para ello se han ejecutado tres

talleres: i) levantamiento cartográfico mediante receptor de señal satelital, ii) digitalización de planos catastrales mediante el uso de un sistema de información geográfica y iii) aplicaciones (apps) en dispositivos móviles para el levantamiento de geodatos (UNED, 2012).

El taller sobre levantamiento cartográfico se da en conjunto con el curso SIG y lo que pretende es obtener datos con el receptor de señal satelital (GPS), para la descarga de información, almacenamiento y análisis de la misma, y con ello la creación de archivos y coberturas vectoriales para la elaboración de cartografía temática.



Figura 8. Práctica de GPS en el taller levantamiento cartográfico. Liberia, Guanacaste, 2015.  
Fuente: Proyecto Geovisión, 2015.

Se imparte de forma presencial y tiene una duración de 8 horas. Se realiza una presentación sobre el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS, siglas en inglés) y sus redes, seguidamente se da un espacio para gestionar un receptor GPS, las funciones y capacidades que posee, se realiza un trabajo de campo, donde las personas recolectan geodatos de puntos y líneas, y se finaliza el taller exportando esa información a un programa SIG y la elaboración de un mapa temático.

La utilidad de este taller se centra en que las personas puedan aplicar una metodología de recolección de datos en el campo, por ejemplo, georreferenciar fincas y lotes de los cuales no existe un plano o mapa y se requiere representar para su aprovechamiento, como también la definición de rutas para senderos de carácter turístico.

El taller digitalización de planos catastrales mediante el uso de un sistema de información geográfica, se imparte una vez al año y posee una duración de 12 horas.

El objetivo de este taller es que las personas aprendan como trasladar la información de un plano catastral a un sistema de información geográfica, para ello, la persona debe llevar un plano catastral, seguidamente se le entrega una hoja Excel, la cual posee los datos de transformaciones de azimut y coordenadas, y se finaliza con la exportación de los datos del Excel a un SIG para la conformación del plano catastral a escala, visto en un mapa.

Este taller es solicitado por empresas pertenecientes a la ganadería y agricultura, ya que constantemente ellos requieren definir zonas o mapas de siembra, como también zonas de amortiguamiento y zonas de conservación.

Por último, el taller aplicaciones (apps) en dispositivos móviles para el levantamiento de geodatos, se imparte una vez al año y posee una duración de 8 horas. Tiene como objetivo darles herramientas de ubicación en dispositivos móviles para la ubicación y toma de datos en el campo.

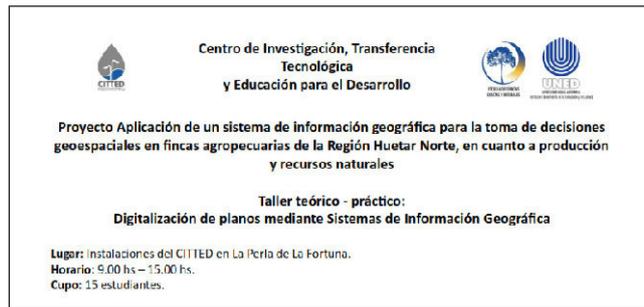


Figura 9. Convocatoria para el taller digitalización de planos catastrales mediante SIG.

Fuente: Proyecto SIG en fincas agropecuarias, 2016.

Se inicia con una presentación sobre la teoría de cartografía; que es una aplicación móvil, sobre que dispositivos se pueden instalar y cuales apps de ubicación son recomendadas para la recolección de geodatos en el campo.



Figura 10. Inicio del taller apps para dispositivos móviles. Cañas, Guanacaste, 2015.

Fuente: Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, 2015.

Seguidamente se realiza un trabajo de campo con las aplicaciones instaladas (celular o tableta) y se finaliza con la descarga de los geodatos y la conformación de un mapa.

Para estos tres talleres se utilizan las siguientes estrategias de enseñanza:

**Tutoría presencial:** se asigna un espacio, donde las personas asistan. Se explica cómo se procederá a trabajar durante el día, además de la entrega de materiales y enlaces de consultas concernientes al taller y a programas especializados.

**Tutoría virtual:** es el espacio disponible que tiene las personas para que puedan desarrollar lo visto del taller en su casa o lugar de trabajo. Se desarrollan una serie de prácticas y actividades, que son ejecutadas en la tutoría virtual y se refuerzan con otros ejemplos.

**Observación:** una de las técnicas utilizadas, para conocer el grado de avance de las personas, respecto al nuevo conocimiento que están adquiriendo. Con esta técnica se observa el grado de avance de cada participante en el taller. Es fundamental, ya que gracias a la observación se analizan, cuáles son los temas de interés por parte de los participantes y cuales temáticas son las que se deben reforzar.

Este tipo de tecnología es muy utilizada por parte de los estudiantes tesarios, ya que al no contar con un receptor GPS pueden utilizar sus teléfonos inteligentes para la toma de datos en el campo. A nivel general el 50% de las personas realizan este taller, aplican metodología de toma de geodatos con apps móviles.

#### 4. CHARLAS

La charla es una conferencia de corta duración (entre 30 minutos hasta dos horas), en donde se expone un tema en específico que es de interés de las personas presentes. Para el caso de la enseñanza de la geográfica en la UNED, se han desarrollado dos charlas sobre las utilidades y aplicaciones de los SIG en la investigación universitaria.

La primera charla se desarrolló en el año 2015, en el marco del día SIG (GIS Day) y tenía como finalidad exponer la importancia de los SIG en el quehacer universitario, qué técnicas se podían utilizar y qué productos se podrían obtener con la aplicación de SIG en proyectos.



Figura 11. Charla sobre la utilidad de los SIG en el marco del GIS Day, 2015. Campus Central-UNED.

Fuente: Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, 2015.

La segunda charla se desarrolló en el año 2016, en el marco del día del teletrabajo y tenía como objetivo desarrollar un análisis de las personas teletrabajadoras en la UNED, para la propuesta de rutas y medios adecuados para su desplazamiento.

Ambas charlas fueron solicitadas por las personas organizadoras de los eventos, con el fin de exponer a la comunidad universitaria como la geografía y los SIG pueden ayudar a solucionar temáticas específicas, además de promocionar el uso de los SIG en los diferentes proyectos universitarios y vinculación con extensión e investigación.



Figura 12. Expositores de la conferencia: "Día del teletrabajo de la UNED". Campus Central-UNED, 2016.

Fuente: Programa Teletrabajo UNED, 2016.

La participación en estos espacios fue de profesionales en diversos campos, así como estudiantes universitarios que buscaban diferentes metodologías para el análisis de la información que estaban desarrollando y querían presentarlas de forma más amena.

#### IV. CONCLUSIONES

El uso de programas SIG bajo la política de código abierto, ha facilitado el desarrollo de las asignaturas, talleres y cursos, pues tanto estudiantes como funcionarios, pueden invertir sus recursos en tiempo y herramientas para sus proyectos de investigación.

El profesor-tutor, ha ido incorporando las observaciones que han realizado los estudiantes y funcionarios, como un mecanismo de autoevaluación, esto se ve reflejado en la profundidad de los módulos y complejidad de las prácticas.

Tanto la modalidad virtual como presencial tienen sus facetas positivas y negativas, sin embargo, ambas pretenden enseñar y dar utilidad a una herramienta que es fundamental en cualquier área de estudio y un mecanismo para la aclaración de dudas.

Los materiales multimediales son fundamentales en este proceso, ya que mantienen al estudiante a la expectativa de aprender algo novedoso y sobre todo con la guía virtual del profesor-tutor. Este tipo de materiales son esenciales en la educación a distancia, pues permiten una interacción virtual entre el estudiante, las herramientas SIG y el profesor-tutor.

Las prácticas desarrolladas de forma virtual y las guías de estudio que cada estudiante resuelve son apoyadas con el contacto directo con el profesor-tutor, en al menos una sesión, esta para la evacuación de dudas, orientación a los estudiantes y exploración de nuevas herramientas y técnicas en SIG.

El desarrollo de las asignaturas, talleres y charlas en temática de geografía y SIG se gestiona a través de la Cátedra de Sistemas de Información Geográfica, administrada por la Carrera de Manejo de Recursos Naturales, Escuela Ciencias Exactas y Naturales.

Los módulos y prácticas propuestos tanto en las asignaturas y talleres, pretenden ser autodidactas, ya que la mayoría de las personas le dedican el tiempo necesario y buscan información complementaria para aprender un programa geográfico. Sin embargo, los estudiantes si recalcan la importancia de tener un contacto directo con el tutor, puesto que le da confianza y seguridad a la hora de ejecutar las funciones propias del programa, esto sin duda alguna, es el plus que ofrece la enseñanza de los SIG bajo la modalidad presencial, es decir, un contacto directo con el tutor el cual ayuda y orienta sobre los procesos a desarrollar.

El curso SIG ha sido fundamental en la capacitación de estudiantes y personal de la UNED e instituciones en la temática de geografía, cartografía y SIG, además ha generado conciencia en el uso y desarrollo de programas SIG en proyectos de educación e investigación.

La metodología utilizada en el taller es adecuada para el aprendizaje de programas SIG, pues promueve el carácter investigativo de cada persona, además que el estudiante puede desarrollar su propia cartografía, combinar información espacial, modelar geodatos y generar un análisis espacial de una porción del espacio.

La convocatoria a charlas es adecuada, ya que se coordina de previo con la Cátedra sobre la fecha y el espacio que se dispone, además de la temática que se quiere desarrollar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero quiero agradecer a Dios y mi familia por darme las fuerzas, motivación y energía para que este trabajo continúe ejecutándose.

Agradecer al señor Luis Eduardo Montero Castro, director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales y al señor Héctor Brenes Sotos, Encargado del Programa Manejo de Recursos Naturales, que gracias a su apoyo, se tiene el espacio y los recursos para este proyecto esté vigente y sea parte del trabajo de la Cátedra.

Un especial agradecimiento al señor Leonel Córdoba Gamboa, profesor de las asignaturas, colega y gran amigo. A lo largo de este tiempo, hemos podido consolidar asignaturas, cursos y talleres de calidad que son aprovechados por estudiantes, profesionales de la universidad e instituciones.

Agradecer también a los señores Carlos Andrés Campos Vargas, Roberto Vargas Masís y Andrés Segura Castillo, del Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, que, gracias a su apoyo, los talleres y charlas tiene el reconocimiento a nivel universitario.

Muchas gracias a los compañeros y compañeras de trabajo, que de alguna u otra forma han apoyado esta iniciativa. A los estudiantes y participantes de las asignaturas, cursos, talleres y charlas, muchas gracias por la dedicación y participación. Gracias.

## **REFERENCIAS**

Alfonso-Sánchez, I. (2003). La educación a distancia. *ACIMED*, 11(1), 3-4.

Álvarez-Garay, B., & Córdoba-Gamboa, L. (2015). La geo-alfabetización en la Universidad Estatal a Distancia: trabajo con funcionarios y estudiantes. In XV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (pp. 16-23). Valparaíso, Chile.

Álvarez-Garay, E., & Álvarez-Castro, M. J. (2012). Manejo de las relaciones humanas entre el personal docente y administrativo del Liceo La Palmera , Circuito 04 , Sede Regional San Carlos durante el segundo semestre de año 2012. Universidad Santa Lucía.

Buzai, G. D. (2012). Geografía y sistemas de información geográfica evolución teórico-metodológica hacia campos emergentes. *Revista Geográfica de América Central*, 2(48E), 15-67.

CNIIE. (2013). Enseñanza tradicional versus enseñanza por competencias. Recuperado de <http://blog.educalab.es/cniie/2013/04/21/ensenanza-tradicional-versus-ensenanza-por-competencias/>

Hernández, F. M., & Ordoqui, J. M. (2009). La geografía como campo científico , educativo y de acción . Los desafíos y compromisos en el siglo XXI. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 10(1), 11-40.

Santiago-Rivera, J. A. (2013). La geografía escolar y la formación en docencia de la geografía y ciencias de la tierra. *Uni-Pluri/versidad*, 13(1), 27-35.

UNED. (2012). Reglamento general estudiantil. San José, Costa Rica.

UNED. (2016). Consideraciones para el diseño y oferta de asignaturas en línea. San José, Costa Rica.