

# 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.