

## LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO ACADÉMICO Y EMPRESARIAL DE LA GEOMÁTICA

### FORMATIVE RESEARCH AND ITS INCIDENCE IN THE ACADEMIC AND BUSINESS DEVELOPMENT OF GEOMATICS

Luz Angela Rocha Salamanca

Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Carrera 7 No. 40B-53 Bogotá, Colombia

E-mail: [lrocha@udistrital.edu.co](mailto:lrocha@udistrital.edu.co)

#### RESUMEN

Uno de los elementos importantes que se han incorporado en los programas de educación superior en Colombia, es el enfoque hacia la investigación formativa, la cual tiene como objetivo sembrar la semilla de investigadores en los estudiantes de educación superior. En ese sentido la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la ciudad de Bogotá, a través de su programa de Ingeniería Catastral y Geodesia ha venido trabajando arduamente en la consolidación de la investigación dentro del programa. Es así como sus grupos de investigación han promovido la creación de los semilleros de investigación los cuales son los encargados de generar la conciencia investigativa en los estudiantes es decir lo que se llama en el ámbito académico la investigación formativa. Es así como en el ámbito de la Geomática el grupo de investigación NIDE (Núcleo de investigación en datos espaciales) tiene adscrito cinco semilleros los cuales desde el año 2007 trabajan para familiarizar a los estudiantes con los procesos de investigación generando proyectos que permitan afianzar los conceptos en los temas relacionados con las ciencias de la información geográfica. Durante estos 10 años gracias a los semilleros de investigación, se han generado proyectos y tesis de grado que permiten ver el avance de los estudiantes en el uso de las herramientas geo-tecnológicas, basados en un conjunto de elementos conceptuales y técnicos que permiten mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje en Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota. De la misma forma el concepto de los semilleros de investigación ha dado el salto de la comunidad académica a la empresarial, ya que algunas empresas distribuidoras de software han incorporado en sus procesos de desarrollo, semilleros donde los estudiantes trabajan y aportan en la generación de aplicaciones y transferencia de conocimientos, lo que

ha permitido mejorar los tiempos y la calidad de los servicios. El objetivo de este artículo, es entonces, mostrar la importancia de la creación de semilleros de investigación y el aporte investigativo de éstos no sólo en la parte académica sino también empresarial.

Palabras clave: Investigación formativa, estudiantes pregrado, semilleros de investigación, educación superior.

#### ABSTRACT

One of the most important features that have been incorporated at the programs of higher education in Colombia, is the approach to formative research, which aims to sow seeds of researchers in undergraduate students. The Universidad Distrital, through the Geodesy and Cadastral engineering program, has been working hard on the consolidation of the research inside the program. Therefore, their research groups have promoted the creation of the research seeds, which are responsible for generating consciousness of research knowledge in students, which is called academic formative research. In this way, concerning the field of Geomatics, the research group named "NIDE" has assigned five research seed groups, which since 2007 works to familiarize the students with research processes generating projects that reinforce the concepts in themes regarding geo-information sciences. During these 10 years due the effort done by the seed research groups, many projects were produced, and academic thesis, that permits appreciate the progress of students in the use of geo-technological tools, based on a set of conceptual and technical elements, that allow to improve the processes of teaching - learning in Remote Sensing and Geographic Information Systems matters. In the same way the research seed groups, have made the jump from the academic community to the business geospatial sectors, since some Geomatics companies, have incorporated in their development processes, seeds research groups, where students work and contribute in generating applications and transfer of knowledge, which allowed to improve the times and the quality of services. The objective of this article is to show the importance of the creation of research seeds groups and the contribution of these groups not only in the academic but also at the business sector.

Key words: Formative research, undergraduate students, research groups, higher education.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los lineamientos dados por el Consejo Nacional de Acreditación de Colombia incorporados en los programas de educación superior, uno de los más importantes es el enfoque hacia la investigación formativa, la cual tiene como objetivo sembrar la semilla de investigadores en los estudiantes de pregrado de las Universidades colombianas.

Se conoce como investigación formativa al trabajo conjunto entre estudiantes y docentes que realizan actividades de investigación en un tema que es de mutuo interés. El objetivo de la investigación formativa se centra en que los estudiantes deben aprender entre otros a: (Torres, 2005)

- Plantear problemas
- Formular hipótesis
- Saber recopilar información y sintetizarla
- Diseñar metodología
- Trabajar en equipo
- Discutir resultados

En general se puede decir que la investigación formativa se fundamenta en la creación de semilleros de investigación.

Los semilleros de investigación aparecen como un espacio propicio donde estudiantes involucrados en el trabajo cotidiano de un investigador, que actúa como tutor, logran crear en conjunto comunidades de aprendizaje alrededor de un tema de investigación, de la creación de proyectos, del desarrollo de los mismos, de la socialización de los resultados ante la comunidad científica y, por último, no por ser lo menos importante, de la búsqueda de recursos económicos para mantener vigente la investigación (Serrano, 2006) .

Los beneficios principales que tiene la creación y formalización de semilleros son:

- Constituyen escenarios de reunión de estudiantes que tienen expectativas de aprendizaje en un tema específico.
- Apoyan la realización de seminarios, foros, talleres y cursos que ayudan al desarrollo académico.

- Se impulsa la investigación a través de trabajos de grado, que propendan la innovación y que puedan ser realizados por convenios con empresas del sector público y el privado y financiados por organizaciones como Colciencias
- Se motiva a que participen estudiantes de diferentes semestres especialmente de los primeros para la familiarización temprana con la investigación
- Motivan a los estudiantes a participar en eventos nacionales e internacionales y a publicar en revistas científicas
- Se impulsa a los estudiantes a participar en redes de investigación y en REDCOLSI Red Colombiana de Semilleros de investigación. Esta red apoya la divulgación de actividades y realiza encuentros de semilleros a nivel local, regional y nacional

Los semilleros de investigación permiten la participación de los alumnos en la gestión de proyectos de investigación de diferente índole, privilegiando la participación en el diagnóstico de su realidad social y ambiental, fortaleciendo las capacidades investigativas para la toma de decisiones y promoviendo a jóvenes con capacidad de investigación (Torres, 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este ítem se mostrará la exploración realizada sobre las experiencias exitosas a nivel académico y empresarial de la investigación formativa en el contexto del país y en especial en la ciudad de Bogotá.

Experiencias exitosas de investigación formativa - Ámbito académico: En Colombia las Universidades han generado nuevos modelos de Enseñanza – Aprendizaje a partir de la creación de Semilleros de Investigación con el fin de impulsar y motivar a los estudiantes de pregrado para vincularse a los procesos de investigación y así dar el paso hacia las maestrías y doctorados.

Uno de los ejemplos exitosos es el de La Universidad Distrital la cual desde el año 2007, ha definido lineamientos importantes para la creación y funcionamiento de los semilleros de investigación a través del Centro de Investigaciones y Desarrollo científico los cuales se pueden resumir en: (Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico, 2015).

- ✓ Su acción está enmarcada en los principios y las características de la investigación formativa

- ✓ El semillero de investigación debe estar adscrito a un grupo de investigación institucionalizado y comparte objetivos comunes
- ✓ Tiene un Líder que es un estudiante, el cual coordina y dirige las actividades del semillero y cuenta con el apoyo de un profesor investigador
- ✓ El docente investigador ejerce el rol de director del semillero y trabaja conjuntamente con el líder

Es así como la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el año 2015 contaba con 234 Semilleros de Investigación, los cuales se concentraban en las Facultades de Ciencias y Educación y Medio Ambiente, principalmente. De esta manera, 91 Semilleros hacen parte de la Facultad de Ciencias y Educación, 60 hacen parte de Medio Ambiente, 33 son de Artes, 28 de ingeniería y 22 de la Facultad Tecnológica (Universidad Distrital F.J.C., 2015).

A manera de ejemplo se puede relacionar al grupo de investigación NIDE (Núcleo de Investigación en Datos Espaciales) de la Facultad de Ingeniería, el cual tiene adscritos cuatro semilleros de investigación (Grupo de Investigación NIDE, 2015) que se encuentran institucionalizados en la Universidad Distrital a través del Centro de Investigación y Desarrollo Científico.

Desde el punto de vista académico, uno de ellos, el semillero de investigación SDI – Infraestructura de Datos Espaciales, el cual fue creado e institucionalizado en el año 2007, es decir lleva diez años funcionando, con un número aproximado de 15 estudiantes que trabajan conjuntamente alrededor del tema de la Geomática enmarcada en las Infraestructuras de Datos Espaciales. El objetivo de este semillero es investigar y generar conocimiento para asesorar y dar soporte en todas las actividades relacionadas con el tema de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDES) utilizando herramientas geo-tecnológicas (Grupo de Investigación NIDE, 2015).

Las actividades realizadas por los estudiantes de este semillero en la última década han permitido entre otros:

- Desarrollo de proyectos de grado exitosos de carácter laureado y meritorio
- Primer (2015) y segundo lugar (2016) en el *ESRI Young Scholars Award*, lo cual le dio la oportunidad a cuatro estudiantes de participar en la conferencia global de usuarios ESRI en San Diego (California) USA.
- Difusión de resultados con la participación en eventos nacionales e internacionales en el área de la Geomática

- Publicaciones de capítulos de libros y artículos en revistas científicas
- Publicación en memorias de eventos
- Motivación para realizar estudios de maestría
- Transferencia de conocimientos a en diferentes profesiones
- Desarrollo de eventos (GisDay)

Experiencias exitosas de investigación formativa - Ámbito empresarial. De la misma forma el grupo NIDE, gracias a una invitación hecha por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad a nivel nacional que lidera los temas de Cartografía y Geografía, Catastro y Suelos, en el año 2015 se creó conjuntamente el Semillero de investigación en Geodesia, Geofísica y gestión del riesgo, para generar conocimiento y apoyo al área de Geodesia. Para lograr este objetivo se firmó un convenio entre las dos instituciones con el fin de desarrollar proyectos de grado y transferencia de conocimiento en el tema de Geodesia a través de la vinculación de 10 estudiantes en el tema de Geodesia y 10 en Fotogrametría Digital.

Experiencias exitosas de investigación formativa - Ámbito Comercial: En el ámbito comercial uno de los casos más exitosos de la creación de semilleros de investigación, ha sido el de la creación del semillero de Innovación Geográfica de la firma ESRI Colombia. Este semillero nació en el año 2013 en la celebración del Día del SIG o GisDay como es conocido mundialmente, gracias al buen desempeño de los semilleros del grupo de investigación NIDE y del conocimiento de dichos estudiantes en Sistemas de Información Geográfica. En ese sentido Esri Colombia determinó la creación de un semillero teniendo en cuentas los siguientes elementos (Cifuentes Marta Inés & González Deiro, 2017):

- Necesidad de tener miembros en el equipo con una disponibilidad inmediata y flexible
- Generar un perfil particular de desarrollador ArcGis y analista espacial
- Promover el crecimiento de la comunidad de desarrolladores ArcGis en el país

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto se basó en generar varias capacidades en el grupo de estudiantes como son: capacidad de autoaprendizaje, trabajo en equipo, trabajo bajo presión, capacidad empresarial, oratoria y expresión en público, iniciativa y liderazgo e innovación. Todo esto se realiza a partir de lo que se denomina el plan carrera, el cual clasifica a los jóvenes del semillero en cuatro categorías: (Cifuentes Marta Inés & González Deiro, 2017).

Categoría A: es la básica donde se aprenden los elementos básicos de la plataforma.

Categoría B: Se avanza hacia conceptos intermedios y desarrollo de habilidades para charlas en línea participación en proyectos de innovación.

Categoría C: Aquí ya se han apropiado los conceptos y se ha generado la habilidad para liderar los proyectos de innovación.

Categoría C+: se desarrollan aplicaciones y nuevas herramientas para la difusión del conocimiento.

## CAPÍTULO DE ESTUDIANTES SELPER

La Asociación Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial es la Asociación líder en América Latina que lleva 33 años trabajando en la difusión de los SIG y la Percepción Remota. Es así como la Directiva de SELPER internacional en reunión de coordinadores en el año 2014, acordó crear el capítulo de estudiantes para transmitir el legado de la Asociación. El propósito de establecer un Capítulo de Estudiantes, es proveer oportunidades de participación para contribuir al desarrollo educativo, técnico y profesional de los estudiantes miembros; esta iniciativa fue aprobada y formalizada en el Simposio Internacional SELPER realizado en Iguazú (Argentina) en noviembre de 2016.

El Capítulo de Estudiantes se convierte así en una unidad operativa básica de la organización de SELPER, constituida por miembros estudiantiles de pregrado, que estén interesados en intercambiar y difundir información, organizar eventos, promover la investigación y desarrollo en los temas de Percepción Remota, Sistemas de Información Espacial y áreas afines relacionadas con las ciencias de la Tierra (SELPER internacional, 2016).

Los Objetivos del Capítulo de estudiantes son (SELPER Colombia, 2016):

- Fomentar el desarrollo personal y profesional de los estudiantes despertando el entusiasmo de estos en áreas como la Percepción Remota, Sistemas de Información Espacial, Infraestructura de Datos Espaciales y áreas afines relacionadas con las ciencias de la Tierra.
- Permitir un mejoramiento en el nivel de Educación mediante la difusión de oportunidades académicas y laborales  
Vincular a los estudiantes con miembros de sociedades científicas profesionales promoviendo el conocimiento técnico

- Organizar y participar en cursos, talleres y eventos de divulgación a nivel nacional e internacional en los temas afines a SELPER.
- Generar redes de cooperación e investigación entre estudiantes de su país, Latinoamérica y el mundo.
- Incentivar la publicación de artículos científicos, en revistas nacionales e internacionales.
- Realizar intercambio de información relacionada con los temas de SELPER.

El capítulo de estudiantes de SELPER se convierte así, en una nueva iniciativa que se fundamenta en los principios de los semilleros de investigación para la generación de conocimiento en los temas de interés de SELPER para las nuevas generaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la creación de semilleros de investigación en las Instituciones académicas y en especial en la Universidad Distrital han permitido entre otros:

- Desarrollo de proyectos de grado innovadores que generan aplicaciones útiles para el desarrollo de la ciudad y del país
- Difusión de resultados con la participación en eventos nacionales e internacionales con el apoyo del Centro de investigación y Desarrollo Científico
- Publicaciones en revistas científicas indexadas y no indexadas
- Publicación en memorias de eventos
- Motivación para realizar estudios de maestría gracias a beneficios dados por la Universidad a los proyectos laureados y meritorios

A manera de ejemplo se presenta un resumen de los proyectos destacados de estudiantes del semillero SDI del grupo NIDE en la tabla 1.

Tabla 1: Proyectos destacados y publicaciones de estudiantes del semillero SDI (Ingeniería Catastral y Geodesia, 2016)

Nombre Proyecto	Autor del Proyecto	Año	Publicación
Diseño, creación e implementación del Atlas lingüístico-etnográfico de Colombia (ALEC) web	Alejandro Rodríguez – Catherine Duarte	2017	Procedures 28th International Cartographic Conference 2017 Memorias Jornadas Montes ICC - 2016
Diseño e implementación de un banco de imágenes provenientes de sensores remotos pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM) como apoyo a consolidación de la política nacional de Información Geográfica	Robert Pulido – Camilo Porras	2017	Memorias Semana de Geomática Internacional 2017
Incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el proceso enseñanza aprendizaje de la cartografía temática aplicada a las geociencias mediante el diseño e implementación de un curso en ambiente virtual	Germán Giovanni Vargas	2017	Procedures 28th International Cartographic Conference 2017 Memorias Simposio Internacional SELPER 2016
Desarrollo de un aplicativo web para realizar el procedimiento de reconocimiento predial urbano como parte de la actualización catastral	Javier Andrés Nossa	2017	Memorias Simposio Internacional SELPER 2016
Incorporación de los SIG en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las ciencias sociales integradas en la educación básica secundaria en Bogotá	Laura Hernández- Diego Enciso- José Luis Romero	2016	ArcNews Summer 2017- vol. 39, No.3 Memorias ESRI UC- Education 2016
Propuesta de una metodología para la generación de mapas topográficos escala 1:100.000, a partir de Generalización Cartográfica automática	Natalia Esperanza Bustacara	2015	Memorias Semana de Geomática 2015, Memorias ESRI UC 2015
Caracterización de los hurtos a personas que afectan la localidad Los mártires de la ciudad de Bogotá, mediante la implementación de Algoritmos de agrupamiento de minería de datos espaciales y Apoyado en una IDE	Juan Manuel Suárez	2015	Memorias XVI Simposio Internacional SELPER 2014. Foro IDECA 2015

Diseño de un sistema que permita la estimación de rutas de transporte público multimodal	Irma Lorena Niño	2013	Memorias Conferencia Latinoamericana de usuarios ESRI 2013
Sistema de información geográfica tridimensional en ambiente web, como apoyo al turismo en Bogotá	Fabián Ricardo Mejía - Gina Nathalia Alfonso	2012	Memorias ESRI UC 2013
Elaboración de una plantilla guía estándar para la salida grafica de mapas análogos en la UD. con los requerimientos exigidos por la NTC 4611 para la elaboración de metadatos.	Israel Alejandro López - Luz Adriana Peña	2011	Memorias Simposio Internacional Selper 2010
Prototipo de la aplicación de los SIG en la enseñanza de la Geografía en la educación básica secundaria en Colombia	Natalia Andrea Díaz	2010	Memorias ESRI UC 2010- Capítulo de libro: International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools. Chapter Colombia: Development of a Prototype Web-based GIS Application for Teaching Geography

En la firma ESRI Colombia como resultado de la iniciativa de creación del semillero de innovación Geográfica, los jóvenes han desarrollado varias herramientas como son: más de 150 Geoapps entre los que se encuentran Story Maps, web apps, Apps nativas entre otros; igualmente se han creado presentaciones y talleres virtuales relacionados con los SIG y el Análisis espacial y se han liderado eventos como el planeta Esri, el GISday entre otros. (Cifuentes Marta Inés & González Deiro, 2017).

Como resultado de la creación del capítulo de estudiantes de SELPER se han generado varias estrategias principalmente para la capacitación de los mismos en el tema de SIG tanto a través de cursos presenciales como son: Análisis espacial, creación de Bases de datos geográficas, herramientas para la escritura de artículos científicos y Bases de Datos Espaciales; igualmente que cursos virtuales como el de cartografía temática.

## CONCLUSIONES

Como conclusiones, los semilleros de investigación son la base de la investigación formativa y han permitido que los estudiantes de pregrado aumenten sus conocimientos en diferentes temas como son las disciplinas que hacen parte de la Geomática. Por el trabajo desarrollado por los semilleros de investigación en el ámbito académico, se ha incrementado

la productividad investigativa en los programas de pregrado, generando igualmente la posibilidad de que muchos de estos estudiantes continúen sus estudios de postgrado en maestría y doctorado. Los estudiantes que hacen parte de los semilleros de investigación desarrollan proyectos innovadores, debido a que adquieren mayores competencias en el manejo de tecnología y generan aplicaciones informáticas de gran calidad, que tienen alta aceptación en el mercado laboral. Para el docente investigador el dirigir un semillero de investigación le aporta experiencias enriquecedoras por el trabajo que realizan conjuntamente con los estudiantes.

Los semilleros de investigación promueven en los estudiantes la lectura y escritura de artículos para que puedan ser difundidos en eventos nacionales e internacionales, lo cual les brinda herramientas para continuar sus estudios de maestría y doctorado. La comunidad de organizaciones comerciales, también se han visto beneficiadas con la creación de semilleros, teniendo en cuenta la flexibilidad en horario, disponibilidad y la formación en diferentes temas de los SIG que adquieren los jóvenes vinculados en esta modalidad. El capítulo de estudiantes de SELPER permite desarrollar actividades para la transferencia de conocimientos en el campo de la Geomática de una forma multidisciplinario porque agrupa estudiantes de diferentes áreas e universidades, lo cual ayuda a la transferencia de temas y conocimiento entre los participantes enriqueciendo así la actividad académica de las instituciones.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el apoyo que me ha brindado no solamente en la creación del semillero de investigación sino en poder difundir estas experiencias académicas que hacen parte del crecimiento de la Universidad. También agradecimientos a SELPER Colombia por el apoyo para la creación del capítulo de estudiantes y por todo el trabajo relacionado con la capacitación de los jóvenes que hacen parte de esta importante asociación.

#### REFERENCIAS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico, 2015. *CIDC*. Bogotá, Colombia.

<http://cidc.udistrital.edu.co/web/>.

Cifuentes, M y González, D. 2017. Experiencias innovadoras en el ambiente comercial partir de semilleros. Pág. 29. Bogotá, Colombia.

Sustainability, Agri, Food and Environmental Research, (ISSN: 0719-3726), 7(4), 2019: 343-354  
<http://dx.doi.org/10.7770/safer-V0N0-art1405>

Grupo de Investigación NIDE. (2015). *Grupo de Investigación NIDE*.

<http://comunidad.udistrital.edu.co/nide/>.

Ingeniería Catastral y Geodesia. 2016. Informe de Autoevaluación con fines de re-acreditación de alta calidad. Bogotá, Colombia.

SELPER Colombia. (2016). *Capítulo de estudiantes*. Bogotá, Colombia.

SELPER internacional. 2016. XXXIV Plenaria de coordinadores nacionales de SELPER. Pág. 6. Iguazú, Argentina.

Serrano, Norma. 12 de junio de 2006. *noticias.universia.net*.

<http://noticias.universia.net.co/vida-universitaria/noticia/2006/06/12/256844/semilleros-investigacion.html>.

Torres, L. 2005. *Para qué los semilleros de investigación*.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2015). *Informe de Autoevaluación con fines de Acreditación Institucional*. Bogotá, Colombia.