


INVESTIGACIÓN FORMATIVA: EXPERIENCIA EXITOSA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

*Formative research: environmental engineering
successful experience*

 <https://doi.org/10.52948/germina.v4i4.514>

CLAUDIA ROCÍO SUÁREZ CASTILLO
claudia.suarezc@usantoto.edu.co

PEDRO MAURICIO ACOSTA CASTELLANOS
pedro.acosta@usantoto.edu.co

LUZ ÁNGELA CUELLAR RODRÍGUEZ
luz.cuellar@usantoto.edu.co

Semillero CONRHU
Universidad Santo Tomás (Tunja)

Artículo de investigación formativa

Recepción: 15 de diciembre de 2021

Aceptación: 25 de febrero de 2022

Cómo citar este artículo:

Suárez Castillo, C., Acosta Castellanos, P. y Cuellar Rodríguez, L. (2022). Investigación formativa: Experiencia exitosa de ingeniería ambiental. *Germina*, 4(4), 101–109.

Resumen

La investigación en general es uno de los pilares fundamentales de la formación de un ingeniero ambiental, debido a que el programa obedece a ciencias básicas y de la ingeniería que requieren de la construcción de conocimiento investigativo. En el presente escrito de tipo reflexivo se expone la implementación del modelo educativo pedagógico de la facultad de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás en Tunja, Cundinamarca; se basa en un enfoque problematizador que contiene tres ejes: planificación ambiental, desarrollo sostenible e innovación. Esto enmarcado en las directrices del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la transversalidad de los conocimientos que se imparten a los estudiantes, los cuales les brindan herramientas para forjar la competitividad y las funciones social, ética, pedagógica y profesional; mediante estrategias pedagógicas tales como los semilleros de investigación, entre otras.

Palabras clave: investigación aplicada; modelo educacional; ciencia; ingeniería ambiental.

Abstract

Research, in general, is one of the fundamental pillars of the formation of an environmental engineer, this is because the program obeys basic sciences and engineering that require the construction of investigative knowledge. In this reflective paper, the implementation of the pedagogical educational model of the faculty of environmental engineering of the Universidad Santo Tomas -Tunja is presented; it is based on a problem-solving approach that contains three axes: environmental planning, sustainable development, and innovation. It is framed in the guidelines of the Ministry of Science, Technology and Innovation, and the transversality of the knowledge that is imparted to students, which provide them with tools to forge competitiveness and social, ethical, pedagogical, and professional functions; through pedagogical strategies such as research hotbed, among others.

Keywords: applicated investigation; educational model; science; environmental engineering.

Introducción

En la actualidad, la construcción del conocimiento investigativo en los programas de educación superior en Colombia se trabaja garantizando espacios en donde los diferentes actores del sistema educativo llevan a cabo diálogos que se constituyen en insumos para dicha construcción de un modo colaborativo. Este surge de la discusión consensuada con los demás, en el que la combinación de situaciones e interacciones sociales contribuye al aprendizaje personal y grupal (Rodríguez-Pérez, 2019).

Este diálogo colaborativo entre los diferentes actores del proceso de enseñanza aprendizaje, inmerso en la investigación, no se puede llevar a cabo sin la mediación de la tecnología. Su uso natural por parte de las nuevas generaciones proporciona oportunidades de aprendizaje que se pueden aprovechar en el desarrollo de competencias investigativas (Cosi et al., 2020).

Debido a la creciente competitividad y un entorno industrial cambiante, la adaptabilidad y la creatividad son aún más cruciales para aprender a aprovechar oportunidades que pueden surgir especialmente en el contexto de la investigación, desarrollo tecnológico y participación industrial (Egan et al., 2017; Juhl y Buch, 2019; Salinas et al., 2019). Las técnicas y estrategias deben ser desarrolladas en el aula o grupos académicos por diferentes actores con el fin de promover y facilitar el acceso al conocimiento, desarrollando habilidades, hábitos y actitudes, pero lo más importante, sentir el espíritu investigador. Esa es la cualidad que conjuga los sentidos para encontrar respuestas y soluciones a las situaciones del contexto en el que se ubica el profesional o alumno en formación (Landazábal et al., 2010).

Dado lo anterior, la facultad de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás (USTA) seccional Tunja, siguiendo las políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), tiene establecidas diversas estrategias para lograr que los procesos investigativos consigan buenas experiencias académicas y resultados acordes no solo con los lineamientos institucionales, sino con los establecidos por el ministerio en mención. Los procesos de investigación de la facultad se desarrollan en el marco del currículo; allí se describe la importancia de realizar una educación problematizadora que involucre a los estudiantes con las necesidades del contexto local, regional, nacional e internacional (Vicerrectoría Académica General, 2004).

La facultad está integrada por programas de posgrado y pregrado; el pregrado en ingeniería ambiental y una maestría en manejo y sostenibilidad ambiental. El programa de ingeniería ambiental en coherencia con la política curricular y el modelo educativo pedagógico se estructura en tres grandes áreas de formación: planificación ambiental, desarrollo sostenible y por último innovación. Estas se reflejan en el ejercicio de problematización del saber y construcción de núcleos que hacen de esta una propuesta académica integral.

Metodología

El modelo educativo pedagógico establecido en el programa de ingeniería ambiental tiene como centro el enfoque problematizador, orientado a la búsqueda de soluciones y alternativas concretas para resolver los problemas y necesidades tanto regionales como nacionales. La educación problémica es vista como una opción institucional que abarca todos los niveles del modelo pedagógico, inclusive en el campo de la investigación (Vicerrectoría Académica General, 2010).

A partir del enfoque problematizador propio del modelo educativo pedagógico de la USTA, los proyectos de investigación que se formulan están enmarcados en los núcleos problémicos, las preguntas problematizadoras y los espacios académicos. Estos se articulan de manera consecuente con las líneas de investigación definidas por la facultad de ingeniería ambiental y las líneas estratégicas de proyección social que se han empleado y dan respuesta a las necesidades del contexto.

En este sentido se puede resaltar la articulación docencia, investigación y proyección social, en el programa de ingeniería ambiental de la USTA. Dicha articulación permite dar respuesta a las necesidades del contexto y a los propósitos institucionales. La apropiación del enfoque problémico y la metodología problematizadora, mediante los cuales se cuestiona y analiza la problemática ambiental; es un valor agregado que posee el programa de ingeniería ambiental que ha apalancado proyectos de investigación, innovación y desarrollo. La confluencia de docentes de diferentes áreas de conocimiento y de sus investigaciones alrededor de una problemática identificada y tratada por las asignaturas del currículo favorece los análisis desde diferentes ópticas y disciplinas, generando un pensamiento crítico, analítico y propositivo (Universidad Santo Tomás, 2018).

Para el caso de ingeniería ambiental, además de ser un programa en donde convergen diferentes disciplinas, convoca en su equipo docente a diversos profesionales de la ingeniería, ciencias de básicas aplicadas, ciencias de la tierra y economía. Asimismo, se apoya en otros programas, tales como administración de empresas, derecho, ingeniería civil y contaduría pública; además, como soporte en unidades académicas como el instituto de idiomas, el departamento de ciencias básicas y el departamento de humanidades. Dicho trabajo interdisciplinar permite que los estudiantes de la facultad de ingeniería ambiental realicen la integración de todos los conocimientos lo cual le permite al estudiante orientar el desarrollo de las competencias investigativas de una manera integral, en el cual este componente interdisciplinar se hace imprescindible en la formación del ingeniero ambiental.

Siguiendo los lineamientos establecidos por el sistema institucional de investigación e innovación, el programa ha consolidado desde su creación en el año 2015 una cultura de la investigación e innovación, con recurso humano (estudiantes, docentes y administrativos); recurso estructural (biblioteca, laboratorios y planta física); así como recurso relacional (convenios de cooperación, redes, etc.) que han facilitado las condiciones para su generación y desarrollo con productos tangibles y catalogados dentro de la clasificación establecida por Minciencias.

La forma como está concebida la estructura organizacional de la investigación de la USTA permite que los diferentes actores del ámbito académico se relacionen e intercambien conocimiento entre ellos y con el medio. Lo anterior con el objetivo de hacer posible el proceso misional de investigación e innovación en la universidad.

En este sentido es necesario reconocer cuál es la diferencia entre investigación formativa y formación investigadora, para establecer la importancia de su uso. La investigación formativa puede entenderse como una estrategia pedagógica para formar estudiantes en habilidades investigadoras, orientadas a su formación profesional. Por otro lado, la formación investigadora es adecuada entendido como el ejercicio de investigación en el sentido estricto del término. Se ponen en práctica los conocimientos adquiridos para realizar un proyecto de investigación (Parra Moreno, 2004). Sin embargo, es importante señalar que ambos conceptos no están lejos de cada uno.

Por lo anterior, la formación en investigación formativa se inicia en el programa desde los espacios académicos con la estructuración de proyectos de aula, donde se desarrollan competencias propias del método científico, a partir de las competencias propias de la asignatura, en el marco de los proyectos de investigación planteados y en desarrollo de los grupos de investigación. Los docentes orientan al estudiante para que construya su proyecto de manera autónoma, profundizando en temáticas específicas de acuerdo con sus intereses y con la definición de una problemática en particular, definida desde los grupos de investigación.

La organización de la estructura curricular a partir de campos de formación y núcleos problémicos permite la integración de la investigación en todos los espacios académicos de forma articulada, donde el estudiante trabaja de manera autónoma con el acompañamiento del docente como agente dinamizador con tutorías, asesorías, consultas, refuerzos y demás estrategias de aprendizaje. Para poder facilitar la implementación de prácticas en investigación formativa, la flexibilidad del currículo es necesaria. Es reconocida por el programa como: "la característica del currículo que favorece el desarrollo autónomo del estudiante, en atención a sus necesidades, afinidades e intereses, en el marco de la formación integral de la persona humana" (González et al., 2015, p. 15).

Por ello, en pro del desarrollo de productos de investigación se busca la interacción entre los contenidos curriculares de las asignaturas y su núcleo problémico. De esta manera, facilitando la implementación de las prácticas formativas e investigativas en productos pertinentes que incidan la solución de problemáticas ambientales para el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

Resultados y discusión

A partir de las estrategias usadas en los diferentes espacios académicos en el diseño de proyectos de asignatura final, desde el primer semestre hasta las asignaturas de semestres finales cada una de ellas tiene su respectivo

nivel de complejidad. Por ejemplo, semilleros de investigación donde los estudiantes ingresan libre y espontáneamente en cualquier momento de su carrera universitaria; allí muestran sus habilidades en las temáticas trabajadas por los docentes guías de semillero.

En cada una de estas estrategias se entiende como fundamental las relaciones existentes entre el docente, el estudiante y el conocimiento, para asegurar el desarrollo de las competencias establecidas en el plan de estudios y en el proceso de investigación. En esta descripción de las experiencias en iniciación científica de la facultad de ingeniería ambiental se presentan los diferentes caminos implementados en el programa en el desarrollo de los procesos de investigación.

Como estrategia se ha definido que el docente debe crear ambientes estimulantes de experiencias que faciliten el acceso de los estudiantes a los diferentes mecanismos de investigación establecidos. Para esto el acompañamiento directo es fundamental en forma presencial a través de reuniones grupales e individuales para el logro de los objetivos planteados. Las reuniones con los estudiantes pueden ser individuales o grupales, presenciales o virtuales, mediante el uso del campus virtual u otros medios como el teléfono (móvil), el correo electrónico, el chat, los grupos y foros virtuales de discusión y la video conferencia. El número de horas dedicadas a las reuniones depende de la naturaleza de cada proyecto; por lo menos, debe ser de una hora semanal por cada semillero de investigación.

Adicional a las reuniones de semilleros, se requiere que el docente en el aula plantee situaciones problemáticas para el desarrollo de los proyectos de aula, para que los estudiantes tengan la oportunidad de realizar un aprendizaje significativo a medida que experimentan y consultan la bibliografía disponible. De igual manera, analizando la información nueva con la lógica del método científico y elaborando sus propios conocimientos. Este recurso permite igualmente integrar algunos espacios académicos, estimula el trabajo en equipo y favorece el desarrollo de la creatividad y el ingenio personal y colectivo.

Como compromiso del estudiante está el tiempo de aprendizaje autónomo guiado. Allí desarrolla las actividades diseñadas por el docente, para el progreso de las actividades planteadas en cada uno de los proyectos de investigación. En este espacio individual el estudiante realiza actividades complementarias como lecturas, consultas, reseñas, revisiones bibliográficas y ensayos.

Un elemento esencial dentro de este proceso de investigación formativa es la evaluación que permite la autorregulación del estudiante con miras al desarrollo de sus competencias investigativas. La práctica evaluativa debe reflejar el cumplimiento de los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación; es necesario revisar que las competencias que se tienen planteadas en las asignaturas del currículo estén alineadas con lo dispuesto por las líneas de investigación definidas en los grupos de investigación.

El ejercicio evaluativo debe ser coherente con el logro del desarrollo investigativo de los estudiantes, integrando las siguientes funciones: una social, en tanto que ayuda y orienta a los estudiantes para que avancen en

su formación. Una función ética, puesto que exige una revisión crítica y constante de los procesos para que respondan a valores humanos; una pedagógica como reguladora del aprendizaje de los educandos y sus distintas interacciones para un constante mejoramiento académico. La última función se puede llamar como “profesional” ya que identifica habilidades y destrezas de los estudiantes e interviene en la toma de decisiones que el docente debe llevar a cabo en su relación pedagógica.

De esta manera, los lineamientos de evaluación del proceso de investigación se traducen diferentes estrategias de evaluación implementadas, desde las asignaturas con el desarrollo de proyectos de aula hasta en la participación activa en los semilleros de investigación con proyectos avalados por cada convocatoria de la universidad y que respondan a los productos establecidos por los proyectos de investigación principales.

Conclusiones

Desde el año 2015, cuando se creó el programa, los docentes que están o han estado vinculados con el programa de ingeniería ambiental han realizado productos científicos de acuerdo con la clasificación de Colciencias. Lo anterior es cuantificado en la siguiente relación:

Tabla 1

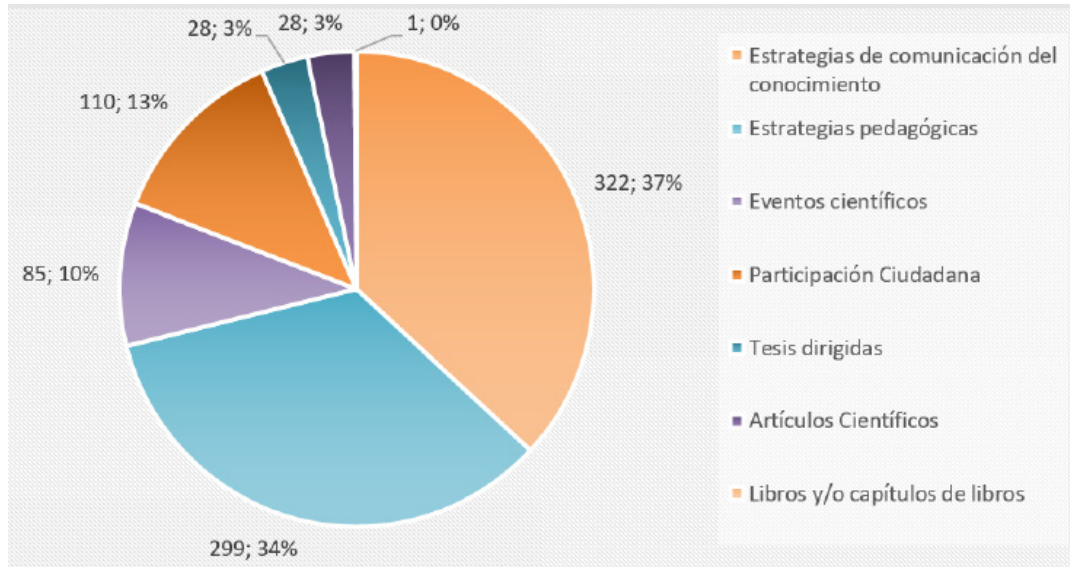
Relación de producción científica docentes – productos Colciencias

Año	Estrategias de comunicación del conocimiento	Estrategias pedagógicas	Eventos científicos	Participación ciudadana	Tesis dirigidas	Artículos científicos	Libros y/o capítulos de libros
2015	1	0	11	1	4	6	
2016	0	1	10	3	1	2	
2017	10	51	17	20	1	5	
2018	153	103	33	86	4	7	1
2019	158	144	13	0	18	8	2

La investigación representa un eje importante dentro del desarrollo de los espacios académicos. Es así como los estudiantes participan en la divulgación de los procesos de investigación mediante la intervención en eventos de carácter científico. Además, como opción de grado desarrollan trabajos de investigación.

Figura 1

Relación de producción científica docentes ingeniería ambiental USTA Tunja: productos Colciencias



Nota. Tomado del Informe de investigación Ingeniería Ambiental (2019).

Figura 2

Relación de producción científica estudiantes ingeniería ambiental USTA Tunja



Nota. Tomado del Informe de investigación Ingeniería Ambiental (2019).

Referencias

- Cosi, A., Voltas, N., Lázaro-Cantabrana, J., Morales, P., Calvo, M., Molina, S. y Quiroga, M. (2020). Formative assessment at university through digital technology tools. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(1), 164-183. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.9314>
- Egan, A., Maguire, R., Christophers, L. y Rooney, B. (2017). Developing creativity in higher education for 21st century learners: A protocol for a scoping review. *International Journal of Educational Research*, 82, 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.12.004>
- Farfán, O. y Pérez, K. (2020). Metodologías innovadoras para el diseño de nuevos proyectos de emprendimiento de base tecnológica (ETB). *Mare Ingenii*, 2(1), 27-46. <https://doi.org/10.52948/mare.v2i1.196>
- González, E., Hernández, F., Macci, E., Spulveda, B., Pabón, C., López, N. y Pardo, J. (2015). *Lineamientos para el diseño y la actualización curricular Usta Colombia*. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/13753>
- Juhl, J. y Buch, A. (2019). Transforming academia: The role of education. *Educational Philosophy and Theory*, 51(8), 803-814. <https://doi.org/10.1080/00131857.2018.1508996>
- Landazábal, D., Pineda, E., Páez, D., Téllez, F. y Ortiz, F. (2010). Estado de arte de conceptos sobre investigación formativa y competencias de investigación. *Revista de Investigaciones UNAD*, 9(2), 135-152. <https://doi.org/10.22490/25391887.677>
- Parra, C. (2004). Apuntes sobre la investigación formativa. *Revista Educación y Educadores*, 7, 57-77.
- Rodríguez-Pérez, M. (2019). Reflexión sobre las prácticas educativas que realizan los docentes universitarios: el caso de la facultad de educación de UNIMINUTO. *Revista Formación Universitaria*, 12(1), 109-120. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000100109>
- Salinas, J., Castillo, T. y Fuentes, L. (2019). Gestión del campo en el área de desarrollo urbano de una municipalidad (Perú). En R. Cera (comp.), *Estrategias y casos emergentes en el campo del desarrollo sostenible, una tarea global*. Editorial Universitaria San Mateo.
- Vicerrectoría Académica General. (2010). *Modelo educativo pedagógico*. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16398>
- Vicerrectoría Académica General. (2004). *Política curricular para programas académicos*. Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16430>
- Universidad Santo Tomás (USTA). (2019). *Informe de investigación de la facultad de Ingeniería Ambiental*. USTA.