

ENSEÑANZA EN INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA A TRAVÉS DE LA CREACIÓN DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EDUCATION IN MINING AND METALLURGY ENGINEERING THROUGH THE CREATION OF RESEARCH SEEDBEDS AT THE SCHOOL OF MINES OF THE UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Oscar Jaime Restrepo Baena - Profesor Titular. Departamento de Materiales y Minerales.
Correo electrónico: ojrestre@unal.edu.co

Manuel Zacarías Salgado Cabeza - Estudiante de Maestría en Ingeniería: Recursos Minerales. Correo electrónico: mzsalgadoc@unal.edu.co

Juan Pablo Carmona Pérez - Estudiante de Pregrado Ingeniería de Minas y Metalurgia.
Correo electrónico: jpcarmonap@unal.edu.co

Grupo de investigación IGNEA. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia

Resumen

En este artículo se analiza el papel de los semilleros de investigación en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, como una estrategia formativa que integra la educación teórica con conocimientos prácticos, lo cual promueve la producción científica y la divulgación de conocimiento. En la Facultad de Minas los semilleros de investigación se conciben como espacios que permiten desarrollar habilidades de investigación científica, que fomentan la formación integral de los estudiantes y su preparación para contribuir con la generación de soluciones enfocadas en las problemáticas actuales del sector minero y metalúrgico. En el presente artículo se destacan algunos de los semilleros más importantes del Grupo IGNEA del programa de Ingeniería de Minas y Metalurgia de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional

de Colombia, Sede Medellín, y su impacto en la formación de futuros ingenieros. Evidenciando, a través, de la experiencia, que los semilleros de investigación fomentan el aprendizaje extracurricular y la cooperación entre estudiantes y docentes de diferentes áreas, promoviendo una conciencia de responsabilidad social y sostenibilidad en los futuros ingenieros y científicos que forman parte de la mencionada estrategia.

Palabras clave: Semilleros de investigación, Formación en investigación, Sector Minero, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia.

Abstract

This article analyzes the role of research centers at the School of Mines of the Universidad Nacional de Colombia, Medellin Campus, as an educational strategy that integrates theoretical training with practical knowledge, which promotes scientific production and the dissemination of knowledge. At the School of Mines, research centers are conceived as spaces that allow the development of scientific research skills that promote the comprehensive training of students and their preparation to contribute to the generation of solutions focused on current problems in the mining and metallurgical sector. This article highlights some of the most important centers of the IGNEA research group of the program of Mining and Metallurgy Engineering at the School of Mines of the Universidad Nacional de Colombia, Medellin Campus, and their impact on the training of future engineers. The experience shows that research centers promote extracurricular learning and collaboration among students and teachers from different fields, thus fostering an awareness of social responsibility and sustainability in future engineers and scientists, which is part of the aforementioned strategy.

Keywords: Research incubators, Research education, Mining sector, School of Mines, Universidad Nacional de Colombia.

1. Introducción

Los semilleros de investigación son una estrategia clave para la formación de habilidades de investigación científica que, en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, permiten abordar problemas sociales, económicos y ambientales en las comunidades mineras, orientando la investigación hacia la generación de soluciones concretas y sostenibles. Los semilleros propician un espacio que posibilita que los estudiantes participen activamente en la producción científica y en el desarrollo de conocimientos, que para el caso expuesto en el presente artículo se enfocan en el sector minero y metalúrgico.

Para un estudiante que inicia en el camino de la investigación, pertenecer a un Semillero implica un compromiso personal por alcanzar una formación integral e interdisciplinaria, que le permita generar el hábito de la formulación de preguntas inteligentes en referencia a los problemas locales, adquiriendo conocimiento y habilidades para la movilización de acciones tendientes a abordar dichos problemas desde una postura científica (Hernández, 2005). En este sentido, vale destacar, que los semilleros no solo enriquecen el aprendizaje académico, sino que también contribuyen a fortalecer la relación entre la universidad, la sociedad, la empresa y el Estado.

Por último, este artículo presenta desde la experiencia los diferentes semilleros de investigación liderados en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, describiendo su dinámica e impacto. El propósito es identificar cómo estos espacios de formación se convierten en una herramienta fundamental para el desarrollo integral de los estudiantes, impulsando, además, una cultura científica inclusiva y contribuyendo con la formación en investigación como una herramienta esencial para el desarrollo sostenible en los territorios mineros de Colombia.

2. Concepto de Semilleros de Investigación

Los semilleros de investigación son comunidades de aprendizaje o grupos de estudiantes que tienen como propósito desarrollar un autoaprendizaje a partir de la práctica investigativa.

Estos espacios de formación contribuyen en la interacción entre estudiantes y docentes, permitiendo el intercambio de saberes y aplicaciones de técnicas y estrategias que buscan dinamizar la gestión de conocimiento (Londoño Palacio, 2011). De acuerdo con Londoño (2011, p. 200):

Los semilleros de investigación son ante todo una estrategia de iniciación en la vida científica, pues tienen como finalidad promover la capacidad investigativa, propiciar la interacción entre profesores, investigadores y estudiantes, con miras al fortalecimiento de la excelencia académica, al desarrollo social y el progreso científico de la comunidad, así como a la generación de la capacidad de trabajo en grupo y la interdisciplinariedad, al fomento de una cultura de aprendizaje y a la participación en redes de investigación que faciliten la comunicación entre las instituciones de educación en Colombia.

En Colombia, el movimiento de los semilleros surgió como una respuesta a la necesidad de democratizar el acceso a la investigación en el contexto educativo, facilitando que estudiantes de pregrado pudieran experimentar y formarse en investigación sin esperar hasta niveles avanzados de posgrado (Hernández, 2005).

De esta forma, los semilleros constituyen una estrategia de investigación formativa, que a partir de teorías busca construir conocimiento válido y aceptado por las comunidades académicas, donde los integrantes del semillero dejar de ser un espectador pasivo para convertirse en un participante activo en relación con la generación de conocimiento. Lo cual demanda del docente la capacidad de encaminar el aprendizaje de los estudiantes hacia la comprensión del mundo y de sí mismo en permanente interrelación e interacción, aspecto que influye directamente en las prácticas educativas e investigativas de quienes la realizan (Londoño Palacio, 2011).

Al respecto Londoño (2011, p. 203) establece que "la investigación formativa es un proceso pedagógico, donde el estudiante se forma desarrollando unas competencias pertinentes y adecuadas para comprender y transformar su entorno, y el docente debe ser un facilitador de dichas competencias".

Abordar el concepto de semilleros de investigación permite identificar el alcance de estos espacios como laboratorios que integran la investigación, docencia y extensión, dinamizando un rol activo del estudiante como protagonista de su aprendizaje, comprometido con la construcción de su propio conocimiento y de adquirir las actitudes y aptitudes propias del ejercicio de la investigación (Numa y Márquez, 2019).

3. Semilleros de Investigación creados en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

El presente artículo muestra la dinámica de la enseñanza en Ingeniería de Minas y Metalurgia a través de la creación y consolidación de semilleros de investigación. A continuación, se presenta la sistematización de la experiencia de los semilleros que actualmente forman parte de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. A partir de lo cual, se evidencian los principales aportes de los semilleros en el ámbito de una formación integral y en la contribución del fortalecimiento de la calidad académica de los pregrados impactados por la gestión de los semilleros.

3.1 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN ÍGNEA

El Semillero de Investigación en Minerales y Materiales IGNEA nace de la fusión del semillero de investigación en metalurgia y materiales y del semillero IGNEA, es un espacio físico y virtual conformado por estudiante de diferentes niveles formativos pertenecientes a la Facultad de Minas, Facultad de Arquitectura, grupo estudiantil American Ceramic Society - ACS Medellín y el grupo de investigación CEMATCO. Los estudiantes están congregados alrededor de un cúmulo de objetivos dentro de los cuales está la agremiación, el aprendizaje extracurricular y la cooperación mutua para fomentar actividades investigativas que promuevan el desarrollo integral de dichos estudiantes. En este espacio además busca modelar dinámicas de una región, analizando las interacciones entre los elementos del territorio y simulando procesos para la toma de decisiones sobre la gestión adecuada del territorio y sus recursos.

El Grupo del cemento y materiales de construcción y el capítulo estudiantil de la American Ceramic Society (ACS), buscan de manera articulada, desarrollar investigaciones en torno a la ciencia e innovación de materiales. Los encadenamientos productivos en la industria extractiva y la adecuada gestión de los recursos del subsuelo son el eje central para la generación de un desarrollo sostenible del territorio. La filosofía de la gestión de los recursos del subsuelo en los territorios incluye la sostenibilidad de la industria minero-energética y la gestión integral del agua y riesgos, en una investigación abierta y participativa. La secuencia metodológica valoración permite identificar la cadena de valor de recursos, procesos y productos y la ruta de los recursos en el mercado. Este análisis dimensional incluye la permanente evaluación integral del riesgo, garantía de éxito en la transformación y compensación de capitales. La articulación con los grupos de investigación está orientada al trabajo multidisciplinar y de manera articulada proyecta la visión de la ingeniería integral. Se espera que el Semillero sea el impulsador de fomento a la investigación en los estudiantes iniciales y además de ello ser una plataforma de identificación de oportunidades profesionales según las diversas líneas de la investigación.

El objetivo del semillero es promover actividades investigativas realizadas por los estudiantes orientados a la producción científica y su divulgación, con el propósito de contribuir a la formación integral de dichos estudiantes y el fortalecimiento de la relación Universidad-Sociedad-Empresa y Estado en el análisis de los procesos de la gestión de los recursos del subsuelo.

Este semillero busca crear un espacio inductivo que fortalezca y fomente los procesos de investigación en los estudiantes y sea una plataforma para oportunidades según las líneas base del grupo de investigación. Se define como una estrategia de construcción del conocimiento, mediante la interacción de actores a partir de sus necesidades e intereses, encaminadas a generar soluciones en los territorios por medio de metodologías de innovación abierta. Además, se busca el desarrollo de herramientas y proyectos para la valoración de los capitales del territorio mediante la gestión tecnológica, la gestión de amenazas y riesgos, la siembra de conocimientos, la gobernanza, la formalización minera, la tecnificación y la industrialización con responsabilidad y sostenibilidad.

3.2 SEMILLERO INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA SME - CAPÍTULO ESTUDIANTIL

El capítulo estudiantil Society of Mining, Metallurgy and Exploration - SME Medellín, es un grupo de estudiantes de las carreras de Ingeniería de Minas y Metalurgia e Ingeniería Geológica, congregados alrededor de un cúmulo de objetivos dentro de los cuales está la agremiación, el aprendizaje extracurricular y la cooperación mutua.

Este semillero se crea con el fin de posicionar de manera formal el grupo estudiantil SME dentro de la Facultad de Minas y la Universidad Nacional en general. El grupo lleva funcionando más de diez (10) años y se ha sostenido con la voluntad e interés de sus miembros que, a través del tiempo, han pasado su legado a los estudiantes de primeros semestres. Por tal razón, se considera necesario un mayor reconocimiento del grupo estudiantil para que pueda abrir nuevos caminos en la búsqueda del objetivo máximo: ayudar y acompañar a los estudiantes de Ingeniería de Minas y Metalurgia e Ingeniería Geológica en su crecimiento académico y profesional con compromiso social y trabajo mancomunado con la industria minera.

Actualmente el enfoque del grupo estudiantil SME Medellín ha pretendido tener un acercamiento a las comunidades para así descubrir de qué manera se articula la minería con las dinámicas sociales.

3.3 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN TEACHING KIDS

"Teaching Kids" es una iniciativa educativa dirigida a jóvenes y niños de instituciones educativas, llevada a cabo por estudiantes de Ingeniería de Minas, Ingeniería Geológica e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia. Este proyecto nació en el año 2013 como respuesta a la falta de conocimiento sobre las prácticas de minería responsable en Colombia. Es liderado por el Capítulo Estudiantil SME (Society for Mining, Metallurgy and Exploration) de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

El propósito es compartir conocimientos sobre las geociencias de manera didáctica y atractiva, haciendo hincapié en la importancia de la identificación del uso de los minerales en la

vida diaria y de la minería responsable y sostenible en la sociedad. En este sentido, Teaching Kids recibió el primer lugar del "Move Mining Competition 2018" en el marco de la conferencia anual SME MINEXCHANGE, realizada en la ciudad de Minneapolis, Estados Unidos, frente a concursantes de países como Estados Unidos, Nigeria, Sudáfrica, Perú y Filipinas, al mejor proyecto para elevar la perspectiva de la minería en las personas.

El grupo ha trabajado por llegar a más lugares y compartir con muchas más personas acerca de la importancia de los minerales y la minería en la vida diaria, trabajando principalmente con grupos de estudiantes del valle de Aburrá, a través de la iniciativa de los miembros del proyecto. Además, se ha colaborado con empresas mineras como Gramalote, Anglo Gold Ashanti en 2018 y con Mineros Aluvial en 2023, llegando a comunidades dentro de sus áreas de influencia impactando a más de 500 niños y jóvenes. En el año 2023 se realizaron 28 talleres impactando cerca de 300 niños y 500 jóvenes de las diferentes instituciones visitadas. Para el primer trimestre de 2024 se ha llegado a más de 450 estudiantes de los municipios de Andes y Cisneros en Antioquia.

3.4 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN INGENIERIA HUMANITARIA

El semillero de Ingeniería Humanitaria tiene como objetivo integrar el trabajo sociotécnico en la Universidad y se dedica al desarrollo de soluciones ingenieriles para problemas sociales en comunidades mineras, inculcando un sentido de responsabilidad social y ética en los futuros ingenieros. Ingeniería Humanitaria se centra en el desarrollo de soluciones que provee la ingeniería y en particular la Ingeniería de Minas y Metalurgia para problemas sociales y humanitarios en comunidades afectadas por la minería. Este semillero promueve la empatía y el compromiso con el bienestar social, formando ingenieros que son conscientes de su impacto en las comunidades y que buscan implementar prácticas responsables y sostenibles.

En 2024 se convocó a un grupo de estudiantes interesados en continuar con el trabajo sociotécnico que se había adelantado con la comunidad minera de Frontino, Antioquia y así, en menos de 4 meses y con situaciones adversas académicas, el semillero se posiciona como líder

en su enfoque en la Facultad de Minas, dando ejemplo en implementar e integrar el trabajo sociotécnico.

3.5 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO MINERO (SESATMIN)

El semillero de investigación en Seguridad y salud en el trabajo minero (SESATMIN) fundado en el 2021 por el profesor Juan Eugenio Monsalve, se creó con el fin de generar un espacio académico que contribuya con el sector minero en temas específicos y críticos en el país en temas referentes a la seguridad y salud en el trabajo, a través de aportes de investigación, realizados a partir de trabajos de grado y proyectos académicos, logrando contribuciones que tienen un aporte e impacto significativo y el fortalecimiento de la confianza en la minería.

Hasta el presente año se ha podido ejecutar diferentes proyectos que han ayudado a lograr el objetivo, como la Norma técnica Colombiana NTC 6620 "Requisitos para la elaboración de planes de sostenimiento para operaciones mineras y obras civiles subterráneas" publicada el 19 de octubre de 2022, realizada como trabajo de grado de dos estudiantes del semillero. También la "Infografía de Prevención de accidentes geomecánicos" trabajo conjunto con el Consejo Colombiano de Seguridad, además proyectos académicos como "Caracterización de la accidentabilidad minera en Colombia", el cual se llevó el primer puesto en el primer seminario de Investigación en Recursos Minerales de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín, además también ha sido presentado en seminarios tanto a nivel nacional como internacional y trabajos conjuntos con empresas que permiten investigación como el proyecto "Tratamiento de los efectos psicosociales en los trabajadores mineros", este último trabajo junto con "NTC. requisitos para la elaboración de Planes de Ventilación para operaciones mineras y obras civiles subterráneas", se encuentran en proceso de revisión para su próxima publicación.

Actualmente, el grupo se encuentra en gestión con la Agencia Nacional de Minería para impartir por parte del grupo de seguridad y salvamento minero los cursos de promotores y coordinadores en salvamento minero. Lo anteriormente mencionado evidencia un avance, que

permite proyectar un semillero que trae una mejora en las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en cuanto a las operaciones productivas mineras y de su entorno, como un aporte preventivo a los sucesos críticos y mortales presentados en esta industria en Colombia.

3.6 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN ARMA: ASOCIACIÓN AMERICANA DE MECANICA DE ROCAS (ARMA)

Capitulo fundado en la Universidad nacional de Colombia en agosto de 2021, asociación que nace del interés es esta área del conocimiento que acoge a varios programas académicos de la facultad de minas y que busca y promueve la interacción entre especialistas, practicantes, académicos y educadores en mecánica y geomecánica de rocas en todos los aspectos, incluida la física multidisciplinaria de rocas y el avance de la tecnología de ingeniería de rocas y aplicaciones tecnológicas para ingeniería.

A lo largo de estos tres años, se ha tenido la oportunidad de crear ambientes de interacción entre estudiantes de ingeniería civil, ingeniería de minas, ingeniería de petróleos e ingeniería geológica interesados en esta área que está asociada a la construcción de túneles, recuperación de petróleo y gas, creación de ambientes óptimos de trabajo en minería y problemas socioeconómicos relacionados con la geografía. Proporcionando foros y recursos de información para nuestros miembros, organizaciones relacionadas y el público, mientras que nuestra sólida membresía estudiantil garantiza la continuidad futura.

Como parte de esta interacción se ha logrado reunir a un buen número de estudiantes que han empezado a interesarse por esta área y por ende se han realizado conferencias de gran interés para los asistentes, ya que contribuyen a su conocimiento extracurricular y en algunos casos a fortalecer conocimientos ya adquiridos, también se ha querido llegar a ellos y a quienes no conocen nada de la mecánica de rocas a través de nuestras redes sociales, siendo estas un canal de interacción de todo el público interesado.

En las publicaciones en las redes sociales se han tocado temas desde lo más básico en términos del área tal como la definición de "esfuerzo" hasta temas un poco más complejos como

“Por qué y Para qué de los ensayos de rocas y geotécnicos”. Se espera seguir creciendo, seguir contribuyendo en conocimiento e interacción de nuestros miembros con el medio de la mecánica de rocas y la geomecánica.

3.7 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN FITOMINERÍA

Fitominería es un grupo estudiantil de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Está compuesto por estudiantes de diversos programas curriculares de toda la sede, unidos por un interés común: aprender y compartir los conocimientos de las comunidades mineras de Colombia, así como profundizar en el estudio de la flora y fauna locales.

Fitominería se fundó a mediados de 2023. Este proyecto tenía como objetivo inicial investigar cómo el mucílago del yarumo ayuda a separar el oro de las arenas negras, una técnica ancestral utilizada en el barequeo. Se realizaron visitas a comunidades mineras en el Bajo Cauca antioqueño y en el departamento del Chocó. Durante estas visitas, se aprendió de primera mano cómo se usa el mucílago en la práctica minera y descubrió que, además del yarumo, existen más de 17 plantas que las comunidades emplean en el proceso de bateo. El interés por el mucílago y su interacción con diferentes metales llevó al grupo a organizar talleres de bateo y reconocimiento de plantas. Estos talleres tienen el propósito de difundir la técnica ancestral que contrarresta el uso de mercurio en la minería artesanal.

Además de las actividades de campo, fitominería ha llevado a cabo diversas pruebas de laboratorio para entender mejor la eficacia del mucílago en la recuperación de oro. Estas pruebas incluyen ensayos al fuego, lixiviación, absorción atómica, medición de densidad y pH del mucílago, entre otros. Utilizando muestras minerales traídas de Zaragoza, Antioquia, durante una visita de campo en octubre de 2023, el grupo ha evaluado la tasa de recuperación de oro utilizando el mucílago de yarumo. Estos experimentos han proporcionado datos valiosos que respaldan la efectividad de esta técnica ancestral y han abierto nuevas líneas de investigación sobre el uso de mucílagos de otras plantas.

Se ha participado activamente en diversos escenarios académicos, incluyendo ferias de grupos estudiantiles y semilleros de investigación. La presencia del grupo en estos eventos ha sido fundamental para dar a conocer sus proyectos y resultados, así como para establecer redes de colaboración con otros investigadores y estudiantes interesados en la minería sostenible. Además, se ha participado de 2 eventos internacionales, II congreso internacional de semilleros de investigación e innovación UPAO 2023 y al 4EISI encuentro de semilleros de investigación ingeniando territorios desarrollo endógeno y organización PREXIA 2023.

El aprendizaje adquirido durante las visitas a las comunidades mineras y la realización de talleres ha llevado a fitominería a desarrollar nuevos proyectos y futuras iniciativas. Uno de los objetivos del grupo es documentar y sistematizar el uso de plantas en la minería artesanal para crear un manual que pueda ser utilizado por otras comunidades y grupos interesados. Este manual incluiría descripciones detalladas de las plantas utilizadas, métodos de extracción y preparación del mucílago, así como las mejores prácticas para su aplicación en el proceso de bateo, lo cual permitiría crear una cartilla fitominera.

3.8 SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN MINERÍA ESPACIAL

El grupo de minería espacial existe desde abril del 2021 como una de las líneas de trabajo presentes en el semillero de investigación de minerales y materiales IGNEA, el grupo nació por la pasión de los estudiantes por la minería y la exploración espacial, quienes identificaron que la exploración espacial necesita de manera fundamental la minería para aprovechar los recursos del espacio.

El grupo ha recibido estudiantes de diferentes disciplinas y ha participado de retos y congresos sobre recursos espaciales o robótica, pues son necesarios para que los estudiantes aprendan y adapten la minería a las nuevas condiciones del espacio; tal fue el ejemplo del World Mining Congress del 2023, donde presentaron un diseño para una mina de regolito en la luna, y recientemente el evento Odyssey Competition que se realizó este año 2024 en el Desierto de la Tatacoa, donde una pequeña delegación de grupo asistió y aprendió sobre los avances de robótica que se pueden realizar en el país; además, el grupo ha estado trabajando en el programa de

GLEE (Great Lunar Exploration for Everyone), desde el año 2023, aprendiendo sobre la programación de pequeños LunaSats, los cuales se esperan que puedan ser enviados en las próximas misiones Artemis de la NASA, con la participación del grupo de minería espacial UNAL en este programa, se podrá acceder a la información que estos LunaSats recopilen sobre la superficie lunar.

4. CONCLUSIONES

Los semilleros de investigación en el programa de Ingeniería de Minas y Metalurgia de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, son esenciales para la formación integral de los estudiantes, aportando en el desarrollo de habilidades específicas en investigación desde etapas tempranas, esto a través, del diseño y gestión de propuestas de investigación que propician una participación activa de los miembros.

En el contexto de la educación superior, los semilleros de investigación cumplen un papel crucial en la generación de una cultura científica, estos grupos proporcionan una plataforma para la aplicación práctica de conocimientos teóricos, la innovación en el campo de la minería y metalurgia y el desarrollo de habilidades cruciales para enfrentar los desafíos contemporáneos del sector. La participación en estos semilleros no sólo enriquece la experiencia académica de los estudiantes, sino que también los prepara para contribuir de manera significativa al avance de la industria y la sociedad en general.

En conclusión, estos espacios concebidos para la investigación formativa tienen un impacto positivo en el aprendizaje y en la construcción social del conocimiento científico. Su consolidación y expansión son esenciales para fortalecer un sistema de educación superior basado en la investigación, en el desarrollo tecnológico y la innovación, lo cual conlleva a contribuir al desarrollo de una sociedad del conocimiento, preparando a futuros profesionales capaces de liderar la innovación y el desarrollo científico en sus áreas de especialización.

Referencias bibliográficas

- González, J. (2008). *Semilleros de investigación: una estrategia formativa. Psicología. Avances de la disciplina*, 2(2), 185-190. Universidad de San Buenaventura, Bogotá, Colombia. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=297225162006>
- Hernández, U. (2005). *Propuesta curricular para la consolidación de los semilleros de investigación como espacios de formación temprana en investigación. Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 1(2), 1-12. <http://revista.iered.org>
- Londoño Palacio, OL (2011). *Desarrollo de la competencia investigativa desde los semilleros de investigación. Revista Científica General José María Córdova*, 9(9), 187-207. Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova", Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476248850008>
- Numa Sanjuan, Nahín, y Márquez Delgado, Rodolfo Alfonso. (2019). *Los Semilleros como espacios de investigación para el investigador novel. Propósitos y Representaciones*, 7(1), 230-239. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.289>