



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

INMERSIÓN EN LA INVESTIGACIÓN. SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA FORMATIVA EN LA INVESTIGACIÓN. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO VALORACIÓN DE LA FUERZA DE AGARRE Y DE PINZA CON DINAMOMETRÍA ISOMÉTRICA EN POBLACIÓN ADULTA DE BOGOTÁ

Magda Monroy, Linda Narváez

**Universidad Santo Tomás
Bogotá D.C., Colombia**

Resumen

Los procesos formativos dentro de las universidades deben estar acompañados de espacios prácticos que le permitan al estudiante cuestionar y forjar los conocimientos que ha adquirido en los espacios magistrales, de manera que, a partir de un conocimiento, el estudiante tenga la capacidad de discernir entre diferentes escenarios. En la Universidad Santo Tomás, los semilleros de investigación son espacios extracurriculares, en donde, el estudiante tiene la oportunidad de vincularse a proyectos investigativos, encaminados hacia los enfoques que manejan cada una de las facultades, permitiéndole la experiencia de adentrarse en el mundo de la investigación que va arraigada a múltiples herramientas y análisis, que le brindan la capacidad de adquirir una mirada crítica y objetiva. Este trabajo busca, dar a conocer las estrategias de inmersión en la investigación, acopladas por un equipo de trabajo del Semillero de Mejoramiento de Procesos (SiMeP) de la Facultad de Ingeniería Industrial, con el objetivo de desarrollar el proyecto de Fomento de la Investigación y la Innovación (FODEIN), "*Valoración de la fuerza de agarre y de pinza con dinamometría isométrica en población adulta de Bogotá*". El proyecto FODEIN del caso de estudio, pretende generar un referente de antropometría de mano, fuerza de agarre y de pinza, que le permita identificar insumos para el diseño de herramientas manuales en pro de la concepción de ambientes de trabajo seguros. De acuerdo con lo anterior, se pretende abarcar el progreso que los estudiantes vinculados a este equipo de trabajo han registrado desde su integración, reconociendo

cada uno de las estrategias y herramientas aplicadas para el desarrollo del proyecto, que implicaban una inmersión no sólo en el campo investigativo sino también en grupos de empresas que le permitieran acoger la población necesaria para el desarrollo del análisis de las variables de interés de este. Asimismo, se pretende identificar las habilidades científicas que los estudiantes han adquirido a partir de la participación en diferentes eventos enfocados a la ingeniería, en los que se divulga el trabajo realizado dentro del proyecto FODEIN.

Palabras clave: semilleros de investigación; estrategias de formación; inmersión a la investigación; formación para la investigación

Abstract

Training processes within universities must be accompanied by practical spaces that allow students to question and forge the knowledge they have acquired in the master's spaces, so that, from a knowledge, the student has the ability to discern between different scenarios. At the Universidad Santo Tomás, the research seedbeds are extracurricular spaces where students have the opportunity to be involved in research projects that focus on the approaches used by each of the faculties, allowing them the experience of entering the world of research that is rooted in multiple tools and analyses that provide them with the ability to acquire a critical and objective view. This work seeks to disseminate the strategies of immersion in research, coupled by a study group of the Seedbed for Process Improvement (SiMeP) of the Faculty of Industrial Engineering, with the aim of developing the project of Promotion of Research and Innovation (FODEIN), "Evaluation of the grip and clamping force with isometric dynamometry in adult population of Bogota". The FODEIN project of the case study, aims to generate a reference of hand anthropometry, grip and clamping force, which will allow the identification of inputs for the design of hand tools in favour of the conception of safe working environments. In accordance with the above, the aim is to cover the progress that the students linked to this study group have registered since their integration, recognising each of the strategies and tools applied for the development of the project, which implied an immersion not only in the research field but also in groups of companies that would allow them to receive the necessary population for the development of the analysis of the variables of interest of the project. Likewise, it is intended to identify the scientific skills that students have acquired through their participation in different events focused on engineering, in which the work carried out within the FODEIN project is disseminated.

Keywords: research seedbeds; training strategies; research immersion; research training

1. Introducción

Las instituciones de educación superior fomentan la formación integral de los estudiantes, que considera dimensiones académicas, de bienestar, cultural, investigación, entre otros. La inmersión en la investigación por parte de los estudiantes hace referencia al acto de adentrarse en un campo en el que se indagan conceptos y procesos con el fin de adquirir conocimientos que permitan identificar diferentes problemáticas, así como su resolución. La investigación es un campo amplio

compuesto por diferentes ramas, una de ellas es la formativa; esta hace referencia a la función de formar estudiantes encaminados al mundo de la investigación; esta tarea debe estar dirigida y encabezada por un docente líder que brinde a los estudiantes conocimientos, competencias y oportunidades para el fortalecimiento de su perfil investigativo (Bolívar, 2013). Algunos espacios implementados por las universidades para incentivar y forjar las habilidades investigativas en los estudiantes son los conocidos semilleros de investigación, espacios académicos extracurriculares que se han convertido en escenarios distintivos en la formación, ya que le brindan la oportunidad a los estudiantes de pertenecer a grupos investigativos de su interés con el fin de desarrollar proyectos que no sólo permiten una inmersión en la investigación, también permite el fortalecimiento de los conocimientos propios de las carreras universitarias. Las instituciones de educación superior deben trazar estrategias que le permitan formar vínculos bilaterales entre estudiantes y docentes con el fin de lograr un adecuado intercambio de conocimientos basados en la interacción y práctica entre las partes, dando origen a un aprendizaje de calidad (Durán, Pertuz, Martínez y Romero, 2019). La Universidad Santo Tomás (USTA) cuenta con una dependencia conocida como “*Dirección de investigación e innovación*”, esta es la encargada de proponer e incentivar las estrategias investigativas en la universidad, tanto para estudiantes como docentes, involucrando no sólo el trabajo diferenciador por perfiles, sino también aquellos que permitan interacción de ambos en pro del fortalecimiento de competencias investigativas. La Dirección de investigación de la USTA, tiene dentro de sus objetivos la promoción de creación y consolidación de líneas, grupos, semilleros y programa de jóvenes investigadores, objetivo que se debe replicar en cada una de las facultades de la universidad, resaltando el compromiso con las buenas prácticas de la investigación. (Universidad Santo Tomás, 2020).

La USTA ha establecido dentro de sus lineamientos institucionales, estrategias de fomento de capacidades en Ciencia, Tecnologías e Innovación (CTel), estas están descritas en 8 ítems, diseñados para espacios curriculares, extracurriculares y externos. Dentro de los espacios curriculares se encuentran grupos de estudio, grupos de trabajo, colectivo académico, y trabajos de grado; a los espacios extracurriculares hacen parte los semilleros de investigación, jóvenes investigadores y jóvenes gestores; en cuanto a los espacios externos se encuentra una estrategia conocida como formación de vocaciones científicas en niñas, niños, jóvenes y adolescentes. Cada una de las estrategias estipuladas por esta institución de educación están construidas bajo el marco humanístico que la catalogan, para contribuir en la educación de calidad de los estudiantes, de tal manera que se formen profesionales íntegros con habilidades investigativas, críticas y objetivas que le permitan identificar problemáticas en la sociedad, así como la resolución de estas. (Universidad Santo Tomás, 2020).

La Facultad de Ingeniería Industrial de USTA, ha acogido varias de las estrategias propuestas por la Dirección de investigación, y en el marco de las líneas de investigación de mejoramiento de procesos y gestión organizacional; ha creado tres semilleros de investigación: SiMeP, SIGEO y SI12, coherentes con el enfoque curricular del programa de pregrado de Ingeniería Industrial. Para la USTA, los semilleros de investigación son espacios extracurriculares, en donde, el estudiante tiene la oportunidad de vincularse a proyectos investigativos, encaminados hacia los enfoques que manejan cada una de las facultades, permitiéndole la experiencia de adentrarse en el mundo de la investigación que va arraigada a múltiples herramientas y análisis, brindando la capacidad de adquirir una mirada crítica y objetiva. Los semilleros están compuestos por equipos de trabajo que

apoyan proyectos de Fomento de la Investigación y la Innovación (FODEIN) liderados por los docentes, también pueden gestar proyectos de investigación relacionados con el enfoque del semillero. Los equipos de trabajo están conformados por estudiantes y docentes, quienes definen planes de trabajo en pro del desarrollo de los proyectos, de tal manera que también se involucren el fortalecimiento de las capacidades y competencias investigativas de cada integrante del equipo. (Universidad Santo Tomás, 2020).

De acuerdo con lo anterior, este trabajo pretende presentar la valoración del fortalecimiento de las capacidades investigativas de un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la USTA, desde su vinculación en el Semillero de Mejoramiento de Procesos (SiMeP) y al proyecto de investigación, *"Valoración de la fuerza de agarre y de pinza con dinamometría isométrica en población adulta de Bogotá"* (2019 a 2020-1), con el fin de determinar si la participación de los estudiantes en el proyecto contribuyó a incrementar sus habilidades de lecto-escritura, pensamiento crítico, dominio de bases de datos y gestores bibliográficos, redacción científica, habilidades orales, formulación y desarrollo de proyectos de investigación, entre otras.

2. Metodología

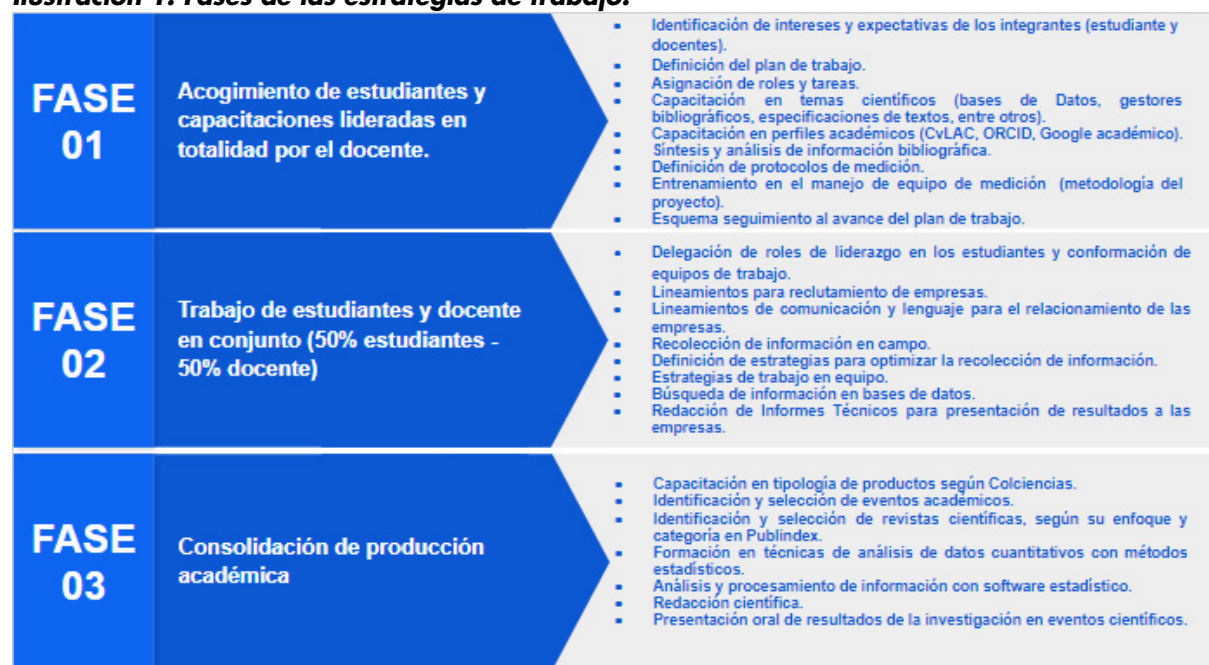
El presente es un estudio cualitativo, descriptivo y seccional, realizado por medio de un cuestionario conformado por ítems de información general, percepción de nivel en competencias investigativas antes y después de la vinculación en el equipo de trabajo, nivel de satisfacción con el trabajo efectuado, así como gustos, disgustos y sugerencias. Este fue aplicado virtualmente a los 9 estudiantes que a la fecha conformaban el equipo. Como primera acción para desarrollar el objetivo del presente estudio, se realizó un recuento de todo lo que fue el proyecto desde su apertura hasta la fecha de cierre. De acuerdo con esto, se retoma la fecha de inicio del periodo académico 2019 -1, momento en el que la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Santo Tomás, dio apertura a un equipo de trabajo en el Semillero de Mejoramiento de Procesos (SiMeP), con el objetivo de desarrollar el proyecto FODEIN *Valoración de la fuerza de agarre y de pinza con dinamometría isométrica en población adulta de Bogotá*. Para esto, los docentes líderes del semillero y del equipo de trabajo, realizaron un reclutamiento de estudiantes miembros del semillero y externos al mismo, obteniendo la vinculación de 8 estudiantes, quienes, en compañía de la docente líder, dieron origen al equipo. Inicialmente, los estudiantes recibieron por parte de la docente líder una contextualización del proyecto y del objetivo principal del mismo, para posteriormente iniciar un reclutamiento de información de estudios a fines realizados en el país y en el exterior, esto con el objetivo de realizar una revisión sistemática de la temática de estudio, identificando aspectos destacables. Por otro lado, los estudiantes realizaron un reclutamiento de empresas del sector administrativo e industrial ubicadas en la ciudad de Bogotá, para llevar a cabo un trabajo de campo que permitiera obtener la data necesaria para el desarrollo del proyecto. El trabajo de campo consistía en asistir a las empresas y aplicar un cuestionario compuesto por preguntas demográficas y sintomatológicas, en compañía de la valoración de la fuerza de agarre y de pinza de cada uno de los trabajadores, para un posterior análisis de los resultados que sería reportado por medio de informes técnicos a cada una de las empresas. Para ello, los estudiantes se capacitaron con antelación, lo que les permitió afianzar la técnica y agilidad requeridas. El reclutamiento de los datos les brindó a los estudiantes la oportunidad de participar

en eventos académicos con una previa construcción de artículos científicos y ponencias para su divulgación y socialización. Después de año y medio de trabajo, al cierre del proyecto, surge la necesidad valorar el proceso que los estudiantes llevaron dentro del equipo de estudio, para así obtener un análisis del trabajo efectuado que permitiera identificar oportunidades de mejora, razón por la cual en la penúltima reunión del equipo se dio a conocer la idea y asimismo se aplicó el cuestionario de medición con el fin de reclutar la información para su posterior análisis.

3. Resultados

3.1. Estrategia de trabajo

Ilustración 1. Fases de las estrategias de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

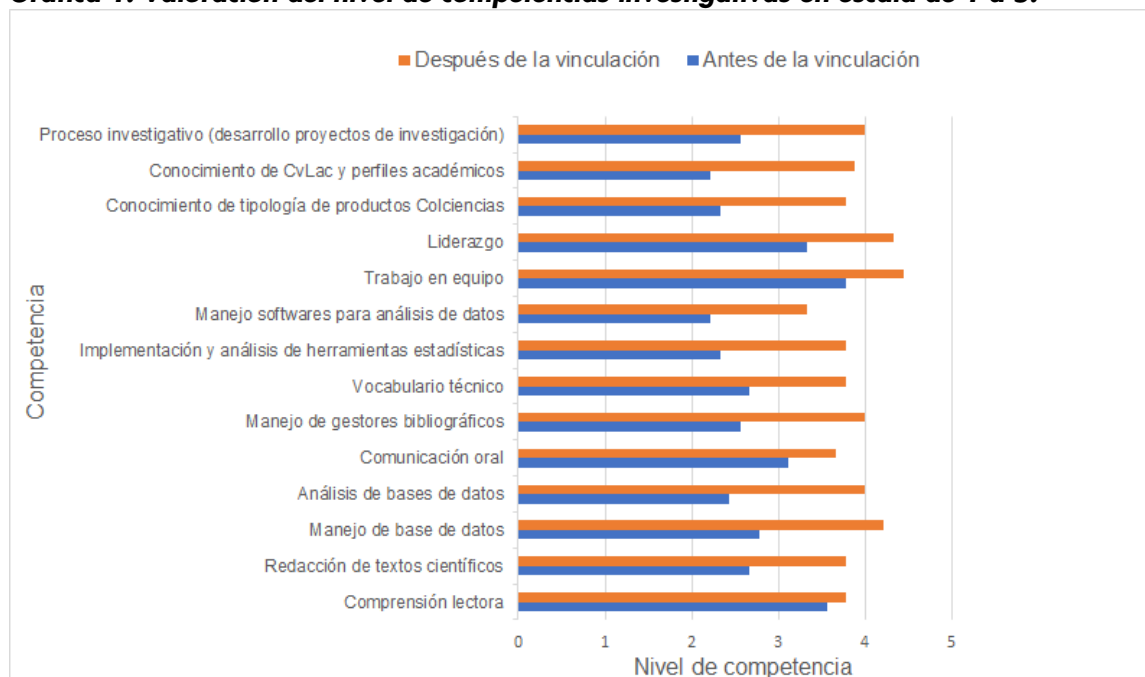
En la ilustración 1, descrita anteriormente, se registran las 3 fases de trabajo que se llevaron a cabo en el equipo, cada una corresponde a un periodo académico universitario cursado, los cuales están comprendidos entre 2019-I y 2020-I. Cabe resaltar de las actividades aquí descritas están a manera general y el porcentaje de autonomía de los estudiantes frente al desarrollo de estas actividades aumentó conforme a la fase.

3.2. Valoración de competencias científicas de los estudiantes

De acuerdo con el cuestionario aplicado a los estudiantes, en la gráfica 1 se evidencia la percepción que los estudiantes manifiestan tener antes y después de su vinculación en el equipo de trabajo, con respecto a su nivel en competencias investigativas. En donde las competencias que registran un mayor fortalecimiento tras la vinculación al equipo son *el conocimiento de perfiles académicos* y *el análisis de bases de datos*, con un aumento de nivel del 33,4% y 31,2%,

respectivamente. Sin embargo, se evidencia que después de la vinculación, la competencia con el nivel más bajo es la de *manejo de softwares para el análisis de datos*, pese a registrar una variación porcentual positiva del 22,2% con respecto al nivel presentado antes de la vinculación de los estudiantes al equipo. Por otro lado, los estudiantes reflejan en su valoración que competencias como *compresión lectora* y *comunicación oral* no registraron un aumento porcentual significativo en comparación con las demás competencias, ya que el valor porcentual fue de 4,4% y 11,2%, respectivamente; manifestando que el nivel actual no es muy sobresaliente, catalogado en 3,78 y 3,67, respectivamente.

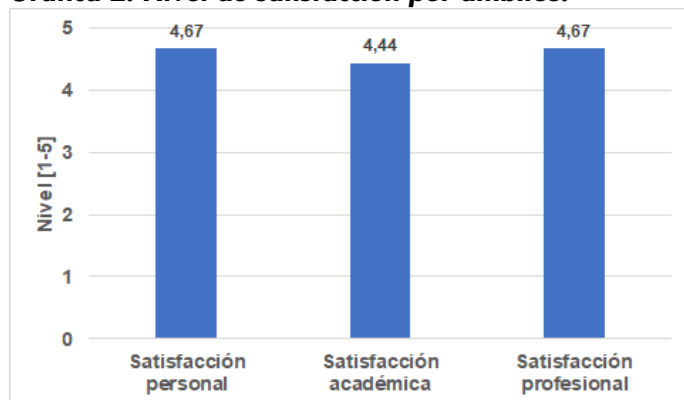
Gráfica 1. Valoración del nivel de competencias investigativas en escala de 1 a 5.



3.3. Satisfacción de los estudiantes

En cuanto al nivel de satisfacción de los estudiantes en el ámbito personal, académico y profesional, se evidencia que el grupo en general se encuentra satisfecho con el trabajo realizado, registrando una puntuación porcentual de 93,33%, 88,89% y 93,33%, respectivamente. Ver gráfica 2.

Gráfica 2. Nivel de satisfacción por ámbitos.



El trabajo de campo fue uno de los espacios más interactivos dentro del equipo de trabajo, en donde se establecieron jornadas de toma de datos en 12 empresas, a las cuales los estudiantes asistieron en horarios extracurriculares, permitiéndoles estar en una zona fuera de confort en diferentes condiciones. De acuerdo con esto, los estudiantes manifestaron una satisfacción del 88,8% en la experiencia de campo. Ver gráfica 3. Asimismo, el apoyo que las instituciones de educación superior le brindan a los equipos de trabajo investigativos, resultan ser de gran importancia para el desarrollo de las actividades, ya que el tema presupuestal y logístico interfiere directamente sobre el avance del proyecto como en su divulgación y socialización en eventos académicos; es por esto que los estudiantes del grupo de estudio manifiesta un nivel de 80% de apoyo por parte de la universidad. Ver gráfica 4.

Gráfica 3. Nivel satisfacción trabajo de campo. Gráfica 4. Nivel de apoyo de la universidad.



Con referencia al apoyo del docente líder del equipo de trabajo, los estudiantes concuerdan con la opinión positiva hacia el trabajo general de la docente, manifiestan estar satisfechos con el compromiso y conocimientos de ella, debida a que su pulcritud permitió que todos cumplieran el objetivo general del proyecto y los individuales trazados por cada uno de ellos. Por otro lado, consideran que su participación en el proyecto fue provechosa, les permitió adquirir nuevos conocimientos, afianzar aquellos con lo que ya contaban y expandir su red de contactos. Sin embargo, estipulan la inconformidad con la documentación que se debe llevar dentro del equipo, ya que aseguran un cierto disgusto por la metodología en la que se maneja y los inconvenientes que se presentan a la hora de cumplir con los requisitos de inicio y cierre de periodo académico.

3.4. Producción académica

Dentro de los logros del equipo de trabajo del proyecto, se resalta la producción académica consolidada. En total, se generaron 27 productos, dentro de los que destacan 6 productos catalogados como generación de nuevo conocimiento, 5 de desarrollo tecnológico y 16 de apropiación social del conocimiento. En la tabla 1, se detalla el número de productos efectuados en el proyecto de investigación.

Tabla 1. Producción académica efectuada.

Tipo de producción académica	Descripción	N° de productos
Apropiación social del conocimiento	Eventos científicos	10
	Espacios de participación ciudadana	6
Desarrollo tecnológico e innovación	Informes Técnicos Entidad Pública	1
	Informes Técnicos Entidad Privada	4
Generación de nuevo conocimiento	Artículos científicos postulados en revista científica (en proceso de evaluación)	2
	Capítulos en libro de investigación aceptados y/o publicados	3
	Capítulos en libro de investigación en procesos de evaluación	1
Total productos académicos del proyecto		27

Adicionalmente, se logró que a seis (6) estudiantes vinculados al proyecto, se les aprobara la opción de grado por participación en proyectos de investigación de semilleros.

4. Conclusiones

La inmersión de los estudiantes en procesos investigativos, debe ser un proceso responsable, progresivo y acompañado, en el que inicialmente se provean los elementos mínimos necesarios de investigación, para posteriormente otorgar autonomía y liderazgo a los estudiantes. Este proceso en compañía de un docente, permite que los estudiantes reconozcan las habilidades investigativas y que se apropien de ellas en el transcurso del tiempo y de su experiencia. Ahora bien, en ocasiones, la integración de un grupo y el trabajo en equipo de este, resultan ser dos acciones complejas a la hora de efectuar un proyecto. Sin embargo, encontrar la clave de su funcionamiento y el apoyo mutuo, son estrategias que permiten mitigar las dificultades que se pueden presentar en un equipo de trabajo. El equipo de trabajo descrito en este proyecto, es un claro ejemplo de la integración de un nuevo grupo y del crecimiento del mismo, a este se vincularon 9 personas quienes, a pesar de sus diferencias y metas individuales, lograron encontrar con el apoyo de la docente líder, una metodología de trabajo que los encaminó no sólo al cumplimiento de sus objetivos sino también al del proyecto, obteniendo de esta manera un crecimiento personal, académico y profesional. Los resultados de este equipo de trabajo de investigación se ven

reflejados en los productos académicos alcanzados, ya que después de año y medio de trabajo no sólo adquirieron y potenciaron sus competencias investigativas, también generaron 6 productos de nuevo conocimiento, descritos en capítulos de libros de investigación y en artículos postulados en revistas científicas avaladas por Colciencias; 16 productos de apropiación social del conocimiento, tras la participación en eventos académicos como ponentes; de igual manera el equipo realizó informes técnicos para las empresas participantes del estudio, en donde describen la información recopilada en cada una de ellas, en compañía de un conjunto de sugerencias a modo de mitigar las oportunidades de mejora encontradas. Dentro del grupo de empresas participantes, se encuentra una entidad pública colombiana catalogada por su tamaño en el grupo de grandes empresas del país, que permitió certificaciones de participación ciudadana para cada uno de los estudiantes, así como la generación de 1 producto académico categorizado por Colciencias como un producto de desarrollo tecnológico y de innovación. Lo anterior, además les permitió a los estudiantes optar por la opción de grado por semillero, contando con 6 postulaciones aprobadas para esta opción de grado.

De acuerdo a esto, se logra evidenciar la inmersión en la investigación que logran generar los equipos de trabajo de los semilleros de investigación, potencializando las competencias académicas e investigativas de los estudiantes, que originan resultados provechosos para ellos mismos, así como para los grupos investigativos, las facultades e instituciones de educación superior, ya que la divulgación y socialización del trabajo realizado permite un reconocimiento interinstitucional.

5. Referencias

- Bolívar, R. M. (2013). Los modos de existencia de la estrategia de semilleros en Colombia como expresiones de la comprensión de la relación entre investigación formativa y la investigación en sentido estricto. múltiples lecturas, diversas prácticas. El Ágora USB, jul-dic 2013, Vol. 13 Issue 2, pp. 433-441. 9p.
- Durán, R; Pertuz, R.; Martínez, C & Romero, J. (2019). Una estrategia pedagógica como mejoramiento del estilo de aprendizaje en una enseñanza desarrolladora basado en métodos participativos. Revista Cubana de Educación Superior, May-Aug 2019, Vol. 38 Issue 2, pp. 121-128. 8p.
- Universidad Santo Tomás. (2020). Dirección de Investigación e Innovación. Consultado el 14 de junio de 2020 en <https://unidadinvestigacion.usta.edu.co/>
- Universidad Santo Tomás. (2020). Facultad de Ingeniería Industrial. Consultado el 14 de junio de 2020 en <https://facultadingenieriaindustrial.usta.edu.co/index.php/nuestros-programas/pregrado-en-ingenieria-insdustrial>
- Universidad Santo Tomás. (2020). Lineamientos de estrategias de formación en capacidades CTel. Consultado el 14 de junio de 2020 en [https://unidadinvestigacion.usta.edu.co/images/2020/Convocatorias/Lineamientos de Estrategias de FormacionUSTA.pdf](https://unidadinvestigacion.usta.edu.co/images/2020/Convocatorias/Lineamientos_de_Estrategias_de_FormacionUSTA.pdf)

Sobre los autores

- **Magda Monroy:** Ingeniera Industrial, Magister en Ingeniería Industrial. Especialista en Gerencia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Docente Tiempo Completo, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás, Sede Principal. Email: magdamonroy@usantotomas.edu.co
- **Linda Narváez:** Estudiante de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás, Sede Principal. Email: lindanarvaez@usantotomas.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)