

<https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.505>

Artículos Científicos

Semillero de investigación: Estrategia educativa para promover la innovación tecnológica

Research Seedbed: Educational Strategy to Promote Technological Innovation

Camada de pesquisa: estratégia educacional para promover a inovação tecnológica

Irma Adriana Cantú Munguía

Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Jalisco, México

irma.cantu@vallarta.tecmm.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1904-421x>

Alejandra Medina Lozano

Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Jalisco, México

alejandra.medina@vallarta.tecmm.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4458-244x>

Francisco Alejandro Martínez Marín

Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Jalisco, México

francisco.martinez@vallarta.tecmm.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3712-5182>



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-
SinObrasDerivadas 4.0.

Resumen

La propuesta de formación del semillero de investigación, tal y como se concibió gracias al apoyo del área académica del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (ITJMMPH), Campus Puerto Vallarta, refleja el interés que se tiene en concretar proyectos de desarrollo tecnológico e innovación que no solo permitan al estudiante adentrarse en la investigación básica y aplicada, sino también incursionar, por medio de la transferencia tecnológica, en la posible comercialización de sus proyectos.

La metodología empleada es la de una investigación de acción participativa. Debido a que se busca que el estudiante desarrolle habilidades específicas para pensar de forma autónoma. Esto se expresa en dos aspectos: el primero, mediante el diseño y construcción de una propuesta de investigación individual o colectiva que propicie la participación activa, crítica, reflexiva y propositiva de todos los miembros del grupo; y el segundo, en la gestión y desarrollo de dicha propuesta. Se establecieron tres categorías de análisis: diseño del proyecto de investigación, desarrollo y seguimiento del proyecto.

En este artículo se proponen los mecanismos administrativos, académicos y elementos metodológicos mediante los cuales se fomenta la formación de investigadores, así como la práctica de la investigación extracurricular, tanto de alumnos como docentes, para la generación y desarrollo de proyectos tecnológicos y prototipos funcionales que formarán parte del patrimonio institucional

Palabras clave: enseñanza superior, ingeniería, innovación educativa, investigación y desarrollo, método.

Abstract

The research seedbed training proposal, as conceived thanks to the support of the academic area of the Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (ITJMMPH), Puerto Vallarta Campus, reflects the interest in concrete technological development projects and innovation that not only allows the student to enter into basic and applied research, but also to enter, through technological transfer, the possible commercialization of their projects.



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

The methodology used is that of a participatory action investigation. Because it is intended that the student develop specific skills to think autonomously. This is expressed in two aspects: the first, through the design and construction of an individual or collective research proposal that encourages the active, critical, reflexive and proactive participation of all group members; and the second, in the management and development of said proposal. Three categories of analysis were established: design of the research project, development and monitoring of the project.

This article proposes the administrative, academic mechanisms and methodological elements through which the training of researchers is encouraged, as well as the practice of extracurricular research, both for students and teachers, for the generation and development of technological projects and functional prototypes that will be part of the institutional heritage.

Keywords: higher education, engineering, educational innovation, research and development, method.

Resumo

A proposta de formação da sementeira de pesquisa, como concebida graças ao apoio da área acadêmica do Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel e Henríquez (ITJMMPH), Campus de Puerto Vallarta, reflete o interesse em projetos concretos de desenvolvimento tecnológico e inovação que não só permite ao aluno entrar em pesquisa básica e aplicada, mas também, através da transferência tecnológica, ingressar na possível comercialização de seus projetos.

A metodologia utilizada é a de uma investigação de ação participativa. Porque se pretende que o aluno desenvolva habilidades específicas para pensar de forma autônoma. Isto se expressa em dois aspectos: o primeiro, através do desenho e construção de uma proposta de pesquisa individual ou coletiva que incentive a participação ativa, crítica, reflexiva e proativa de todos os membros do grupo; e o segundo, na gestão e desenvolvimento da referida proposta. Três categorias de análise foram estabelecidas: concepção do projeto de pesquisa, desenvolvimento e monitoramento do projeto.

Este artigo propõe os mecanismos administrativos e acadêmicos e os elementos metodológicos através dos quais a formação de pesquisadores é incentivada, bem como a prática de pesquisa



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

extracurricular, tanto para alunos quanto para professores, para a geração e desenvolvimento de projetos tecnológicos e protótipos funcionais. fará parte do patrimônio institucional.

Palavras-chave: ensino superior, engenharia, inovação educacional, pesquisa e desenvolvimento, método.

Fecha Recepción: Abril 2019

Fecha Aceptación: Agosto 2019

Introducción

Uno de los principales intereses del Gobierno del estado de Jalisco es promover e incentivar la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico. Puesto que se ha confirmado que estos componentes del desarrollo tienen una incidencia directa en el índice de competitividad empresarial y en el crecimiento regional. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt] (2015) señala, en su *Agenda de Innovación Jalisco*, documento elaborado con apoyo de 54 instituciones, que se ha demostrado que los emprendimientos de base tecnológica crean círculos virtuosos: generan altos márgenes de utilidad y emplean personal altamente calificado con salarios competitivos.

El interés por la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico permea en el ámbito educativo; en el caso de la educación superior tecnológica se vuelve aún más imperativo. Cabe señalar que el objetivo de la Secretaría de Innovación Jalisco, dependiente de la Secretaría de Educación de Jalisco, es el de “crear las condiciones propicias para impulsar, coordinar y coadyuvar al desarrollo regional a través de la Innovación y el desarrollo educativo, científico y tecnológico del Estado” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2015).

La investigación aplicada y la transferencia tecnológica se visualizan hoy en día como la avanzada de la educación superior. No está de más señalar, asimismo, que se encuentra enmarcada en un modelo pedagógico constructivista que pretende que el estudiante se apropie del aprendizaje y del conocimiento para ser facilitador en su quehacer, con el fin de desarrollar competencias que le permitan resolver situaciones diversas y convertirse en un profesional competente en todos los campos y áreas de su entorno.

Para la educación superior es sumamente importante implementar procesos de investigación aplicada, ya que esta permite generar conocimientos que impactan los entornos



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

sociales, económicos y políticos, así como potencia el desarrollo intelectual de cada estudiante a través del planteamiento de preguntas e inquietudes, con el fin de aportar soluciones a las problemáticas del entorno social que rodean al ser humano.

Los semilleros de investigación han surgido como una respuesta a la necesidad de introducir a los estudiantes y jóvenes profesionales, a través de un proceso de motivación, participación y aprendizaje continuo, a la práctica y metodología de la investigación científica. Además, buscan contribuir en la formación integral de los actuales y futuros profesionales por medio del acercamiento al saber investigativo como estrategia de desarrollo del pensamiento y de resolución de problemas.

La importancia de la investigación aplicada en la educación parte de la construcción del conocimiento de una sociedad tecnológica y científica que busca el desarrollo de nuevas estrategias que brinden innovación. Es el quehacer de un trabajo en equipo entre docentes-alumnos y alumnos –alumnos, donde se busca el aprendizaje de unos y otros, ya que cada persona va estructurando su conocimiento a través de la investigación y de la metodología que esta debe llevar para convertirse en una de tipo científica especializada, apoyada mundialmente y que genere a grandes escalas cambios y desarrollo.

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura [OEI] (2012) considera lo siguiente:

El conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social. La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales.

(...) El fortalecimiento institucional, la formación de investigadores y tecnólogos, la creación de instrumentos de vinculación y la difusión social de los conocimientos constituyen rasgos centrales de un programa de ciencia y tecnología para el fortalecimiento de la cohesión social y la ciudadanía, que pueda ser adoptado por la comunidad iberoamericana (p. 5).



Sin lugar a dudas, la tendencia mundial apunta hacia el desarrollo de nuevas tecnologías. De ahí la necesidad que tienen las universidades de enfocar a sus estudiantes en la creación, innovación e implementación de dichos desarrollos.

Antecedentes

Molineros (2009) señala que el movimiento de semilleros de investigación en Colombia se originó en la Universidad de Antioquia en el año de 1996 como una estrategia extracurricular de fomento a la investigación y como una reacción a las formas de impulso a esta función básica de la educación superior, institucionalizadas por la propia universidad e impulsadas por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). En 1997 se iniciaron los procesos de socialización de esta nueva estrategia; en el caso de la Universidad del Cauca fue conocida por un grupo de sus estudiantes que desarrollaba actividades académicas en la Universidad de Antioquia.

El movimiento paulatinamente se desarrolló en varias de las universidades del país, y dio lugar a un número importante de grupos de trabajo que buscaban provocar y convocar espacios para el desarrollo de nuevas competencias que promovieran el quehacer investigativo, complementando y trascendiendo los modelos tradicionales del aprendizaje. En el año 2002, el Colciencias incluyó, en el marco de sus programas de fomento, una convocatoria de apoyo a los semilleros de investigación, especialmente dirigida a las regiones con menor grado de desarrollo de capacidades de investigación.

Quintero, Munévar y Munévar (2008) recuperan la opinión de la doctora Norma Serrano, directora del Centro de Investigación Biomédica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, quien apunta lo siguiente:

Los semilleros 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 (p. 35).



Por su parte, García (2010) destaca una especie de fraternidad surgida de la proximidad que representa la potencia que tienen los semilleros de pensarse como comunidades de afección por el conocimiento, de equidad con el saber e indagar por lo que les pasa en la vivencia cotidiana, que no consiste en pensar lo que sea, sino en hacer aquello que agota la definición del ser, en definitiva, un ser que se piensa.

Eduardo Rojas Pineda (2009), vicerrector de Investigaciones de la Universidad del Cauca, hace mención de cómo en esta universidad los semilleros configuran una fuente de talento humano que adopta estrategias propias y diversas para incentivar el interés de los estudiantes en las dinámicas investigativas y que, por lo tanto, desde los principios y objetivos estratégicos del Sistema de Investigaciones de la Universidad del Cauca, el apoyo al movimiento de semilleros se ha traducido en recursos destinados a fortalecer sus dinámicas de interacción propia y con los grupos de investigación institucionales. Se concibe como un elemento de la articulación de la investigación con los procesos de formación, respetando la filosofía inicial que dio lugar al nacimiento y desarrollo del movimiento en las universidades colombianas.

Dichas universidades han avanzado en el intento de institucionalizar la organización de sus estudiantes alrededor de la idea de los semilleros y han buscado fomentar su interés por las actividades investigativas y, de paso, darle una respuesta a las exigencias del Ministerio de Educación Nacional en relación con las características de la investigación en el marco de los requisitos para el registro calificado de los programas de formación.

Bernardo Restrepo (2009), por su parte, enuncia lo puesto a continuación:

Los semilleros han actuado como capital semilla de la formación investigativa mediante la investigación formativa, mediante la conformación de comunidades de aprendizaje de la investigación, mediante la deconstrucción y reconstrucción del método o de los métodos de investigación, mediante el estudio de problemas contextualizados, mediante la participación en redes que amplían el alcance de los problemas y de sus soluciones y mediante la potenciación del mismo desarrollo humano de los investigadores formados en el proceso de la metacognición que permite autorregular, para optimizarlos, los procesos de pensamiento (p. 8).

Finalmente, Danilo Reinaldo Vivas Ramos (2009), rector de la Universidad del Cauca, considera que los avances en la ciencia y la tecnología día a día marcan el acontecer mundial; son



testigos y parte de una sociedad evolutiva, lo que nos obliga a ir más allá de estar enterados y ser usuarios de estos. Es por eso por lo que, sin lugar a dudas, la investigación se ha convertido en el presente en el eje transversal de toda actividad que se genera desde la academia.

Los semilleros de investigadores en la Universidad de Caldas

En 1996 nació el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad de Caldas. Uno de los ejes esenciales de dicha universidad es la generación de conocimiento de alto nivel. A partir de la generación y apropiación del conocimiento, formará personas, profesionales e investigadores útiles a la sociedad. En cuanto a las estrategias para poder lograr esto, está la de incentivar la conformación de grupos académicos con la posibilidad de debatir y discutir acerca de problemas e ideas que aporten al trabajo investigativo.

En este contexto, los semilleros de investigadores son un espacio para ejercer la libertad y la creatividad, la crítica y la capacidad de asombro, o sea, las potencialidades y habilidades que son negadas u obstruidas reiteradamente en el sistema educativo (Bonilla, citado en Botero, 2008).

Según los directores de los programas y el objetivo de los currículos, es fundamental la investigación en la formación de los estudiantes y futuros profesionales de los programas de pregrado (Gartner, citado en Botero, 2008). Por su parte, Botero (2008) explica que los semilleros de investigadores en la universidad construyen una comunidad de jóvenes investigadores que no solamente contribuyen a formar investigadores, sino que también forman profesionales de mayor calidad, de mayor capacidad de integración y de interlocución, y de mayor compromiso social.

Para Rivera, Nieto y Tangarife (1999) las mayores dificultades que se presentan en la dinámica de un grupo de esta naturaleza guardan relación con la falta de criterios para la incorporación de estudiantes, la carencia de estímulos de trabajo colectivo y la inflexibilidad de los planes de estudio. Finalmente, volviendo a Botero (2008), los semilleros deben constituirse en una base para el crecimiento de sus integrantes, de manera que estos grupos no solamente se interesen por la discusión sobre la ciencia, sino que además contribuyan a la construcción de ciudadanía y a la formación integral de la persona. La propuesta de semilleros de investigación constituye una estrategia para impulsar la investigación en la universidad y para que estudiantes y profesores sean protagonistas del desarrollo nacional



Los semilleros de investigación en Chile

El surgimiento de los semilleros de investigación en Chile data del año 2000 y toma forma oficial en el 2004 (Gallardo, 2014). Por medio de estos, se observa cómo crecen los estudiantes y se forjan una vida distinta a la formación de un estudiante cualquiera (Gallardo, 2014, p. 107).

Latinoamérica

Gallardo (2014) señala que países como Chile, Perú, Ecuador, México y Venezuela revisaron la forma de trabajo de los semilleros de investigación y la adaptaron a su entorno investigativo y académico. La Universidad Veracruzana de México, por ejemplo, ha adoptado como referente la experiencia colombiana. Ecuador ha participado como invitado en encuentros colombianos y ha desarrollado sus propias experiencias a partir de las cuales tiene ya consolidados grupos que se reúnen en eventos, tal y como lo hacen en Colombia los jóvenes y niños investigadores.

Redes de Semilleros de Investigación

Gallardo (2014) explica que al articular el semillero como grupo constitutivo inicial a una organización compuesta por redes institucionales de semilleros entra a ser parte de un entramado social juvenil para la investigación formativa, bajo el cual se visibilizan y operan. Por su parte, Escobar (2013) considera que los semilleros de investigación contribuyen, además de a lo ya mencionado, a la formación del estudiante, especialmente en el desarrollo de habilidades para trabajar en equipo, y a abordar la interdisciplinariedad en el conocimiento. La investigación científica es rigurosa, y desde las instituciones de educación superior se debe propender a los futuros profesionistas a dicha rigurosidad. Los semilleros son un buen medio para obtener diagnósticos de nuestra realidad, y propuestas acordes con las necesidades del entorno, para transformar y mejorar a esta.



Tecnológico Mario Molina

La propuesta realizada para el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (ITJMMPH), Campus Puerto Vallarta, cuya finalidad es la de implementar como estrategia didáctica un semillero de investigación en la carrera de Ingeniería Electromecánica, difiere con respecto a los semilleros de otras universidades de Latinoamérica. La principal diferencia radica en el hecho de que en los grupos de esta índole ya establecidos en otras universidades los alumnos se integran a un grupo de investigación ya creado y liderado por un profesor. El proyecto de investigación que desarrollan ya está determinado con anterioridad.

La propuesta realizada para el ITJMMPH consistió en implementar una estrategia didáctica de un semillero de investigación en la carrera de Ingeniería Electromecánica en donde la idea principal del proyecto a desarrollar provenga de los alumnos y en donde ellos, los estudiantes, inviten a uno o varios profesores a sumarse a dicha iniciativa. Así, los grupos de investigación son encabezados por un alumno y asesorados por docentes de la institución. De tal forma que se fomenta en los jóvenes, además de los objetivos ya enunciados y propios del proyecto, la capacidad de liderazgo para el seguimiento y desarrollo de proyectos.

De lo anteriormente expuesto, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Implementar un semillero de investigación propiciará el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica en la ITJMMPH?

Viabilidad de la investigación

Magaña, Aguilar, Argüelles y Quijano (2015) señalan el hecho de que la educación superior es consciente de que sus egresados no se dedicarán a la investigación como actividad principal o esencial. La mayoría de los egresados se desempeñará en las áreas de su disciplina, mencionan estos autores, por lo que es necesario que tengan la formación y capacidad para realizarla desde los distintos escenarios laborales. Así, pues, los semilleros de investigación surgen como una respuesta a la necesidad de comprometer a los estudiantes y jóvenes profesionales en un proceso de motivación, participación y aprendizaje continuo de la práctica y metodología de investigación científica; una dinámica que los lleve a experimentar a partir de la teoría, y donde la práctica sea la experimentación de esa teoría tan fundamental en la formación del perfil ingenieril.



La posibilidad de implementar un semillero de investigación en el ITJMMPH es alta. Las autoridades académico administrativas revisaron la propuesta y la encontraron viable. Se cuenta con la infraestructura y el personal académico capacitado para iniciar con esta estrategia educativa.

Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se realizó una propuesta para la creación de un semillero de investigación en la carrera de Ingeniería Electromecánica del ITJMMPH. Dicha propuesta se presentó a la dirección académica de esta institución.

Es conveniente señalar que se parte de la premisa de que los alumnos, por su juventud, tienen novedosas y creativas ideas, y que en ocasiones los docentes, por estar inmersos en el ritmo de trabajo diario, pierden el contacto con lo que sucede en el cambiante mundo de la tecnología. Hoy en día, el Internet y las redes sociales juegan un papel muy importante en la comunicación e información: los jóvenes están inmersos en ese mar de información y de conocimiento y se mantienen, por tanto, actualizados sobre lo que está sucediendo en este contexto tecnológico tan fluctuante.

Como ya se mencionó líneas arriba, la propuesta aquí presentada difiere con respecto a los semilleros de investigación tradicionales, en los cuales los alumnos se unen a un equipo de trabajo liderado por un profesor-investigador. En esos casos, la idea a desarrollar parte del docente o es asignada por el instituto. En la propuesta para el ITJMMPH, los alumnos generan una idea e invitan a los docentes a sumarse al equipo de trabajo.

Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cualitativa. Por su nivel, se considera de tipo exploratorio: es un primer acercamiento a la situación que se plantea como problemática; por su finalidad, es aplicada, ya que busca resolver una dificultad. Asimismo, por su alcance temporal es sincrónica, pues se refiere a un momento específico. Por último, es experimental debido a que se observará una situación provocada.

Se utilizó la metodología de una investigación de acción participativa debido a que en el semillero de investigación se busca que el estudiante desarrolle habilidades específicas para pensar de forma autónoma. Esto se expresa en dos aspectos: el primero, mediante el diseño y construcción de una propuesta de investigación individual o colectiva que propicie la participación activa,



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

crítica, reflexiva y propositiva de todos los miembros del grupo; y el segundo, en la gestión y desarrollo de dicha propuesta.

La finalidad de esta investigación es determinar si la creación de un semillero de investigación es viable como una estrategia para fomentar los proyectos de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica, así como el emprendimiento dentro del ITJMMPH. Los resultados esperados son prototipos y sistemas tecnológicos. Este estudio se llevó a cabo en el periodo de septiembre del 2016-agosto del 2017.

Con base en el análisis que se realizó del trabajo de alumnos y docentes pertenecientes al semillero de investigación, se intenta establecer un proceso adecuado y sistematizado para el establecimiento y funcionamiento del semillero, con la finalidad de lograr generar proyectos que lleguen a ser productos o servicios innovadores que impacten positivamente en la región. La recogida de la información fue por medio de la observación no participante: un diario de campo, una bitácora electrónica y memoria fotográfica por cada proyecto, al igual que entrevistas y reportes de avance elaborados por los mismos integrantes del grupo de investigación.

Estructura de análisis

Se establecieron tres categorías de análisis: diseño del proyecto de investigación, desarrollo y seguimiento del proyecto. Los tres componentes de la metodología de investigación tratan de ser principio transformador para contar con un modelo de trabajo que promueva la formación de los estudiantes.

La muestra

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) señalan que para seleccionar una muestra el primer paso es definir nuestra unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, etc.). El “quiénes van a ser medidos” depende de precisar claramente el problema a investigar y los objetivos de la investigación. Estas acciones llevarán al siguiente paso, que es el de delimitar una población.

Una vez que se ha definido cuál será nuestra unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Al seleccionar la muestra deben delimitarse las características de la población.



Para este caso se optó por una muestra no probabilística, ya que es un estudio de caso: aquellos que se realizan sobre una realidad singular, única e irrepetible, sin que ello signifique necesariamente un único sujeto. Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) consideran que un caso puede ser un sujeto, pero también un determinado grupo de sujetos: un aula, un programa, un recurso, un cambio, un centro o institución, una familia.

Para elegir la muestra se consideró como población a los alumnos de 5.^o semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica: 67 en total, a quienes se les invitó a participar en el semillero de investigación por medio de una convocatoria que se publicó en el mes de septiembre del 2016.

Por lo que la muestra es de participantes voluntarios. Al respecto, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) la definen como autoseleccionada, ya que las personas se proponen como participantes en el estudio o responden activamente a una invitación.

Se registraron un total de nueve equipos (19 alumnos) para participar. Un comité integrado por las autoridades académicas del instituto y algunos docentes invitados seleccionaron cinco proyectos; la selección se fundamentó principalmente en la viabilidad del proyecto presentado. Los docentes que participaron en los proyectos lo hicieron mediante invitación de los alumnos.

Finalmente, la muestra quedó integrada por 12 alumnos y 5 asesores, distribuidos en 5 equipos de trabajo. En la tabla 1 se puede observar tanto el proyecto a desarrollar como la distribución de alumnos y asesores de cada uno de los equipos.



Tabla 1. Proyecto y distribución de los equipos

Proyecto	Núm. de alumnos	Núm. de asesores
Sistema automatizado de riego, fertilización y plaguicida en tierras agrícolas	2	1
Trip Cam 360°	2	1
Apprende	1	1
Invernadero automatizado	3	1
Refrigeración solar	4	1

Fuente: Elaboración propia

Los proyectos deben tener como mínimo un docente asesor, un estudiante coordinador y estudiantes que se catalogan como miembros y que deben estar activos.

Profesor-asesor

Es un docente interesado en apoyar a los alumnos y llevar a buen término el proyecto. Encargado de acompañar y guiar a los estudiantes en sus proyectos y actividades investigativas, y de representar al semillero en asuntos que el estudiante-coordinador no pueda asumir.

Estudiante-coordinador

Es responsable de las actividades que se deriven de su función de coordinador del grupo, tal y como la programación de las reuniones, la planeación de actividades y todo lo demás que sea pertinente para que el semillero pueda desarrollar sus actividades.



Selección o construcción del instrumento(s) de recogida de la información

Para la recolección de información se da seguimiento y evaluación a los proyectos del semillero, y se busca la retroalimentación en el proceso de formación y desempeño de los estudiantes. Se identificaron los siguientes aspectos:

- Cada alumno coordinador de proyecto debe contar con una bitácora (o diario) que detalle las actividades realizadas en cada sesión de trabajo. Debido a la facilidad que representa para los alumnos el uso de los teléfonos celulares, se acordó llevar una bitácora en forma electrónica y una memoria fotográfica del trabajo realizado.
- Cada equipo de trabajo debe presentar un plan de trabajo semestral. En este se debe señalar la clase de actividad a realizar, la fecha, los objetivos y la persona que coordina cada actividad específica.
- Informe mensual sobre las actividades desarrolladas, las cuales deben estar avaladas por el coordinador del proyecto.
- Revisión semestral de los logros académicos generales alcanzados por cada uno de los estudiantes vinculados al grupo de semillero.
 - El tiempo de permanencia en el semillero debe ser de mínimo de un semestre.

Resultados

De Gialdino (2006) considera que los métodos empleados por los investigadores cualitativos ejemplifican la creencia común de que pueden proveer una más profunda comprensión del fenómeno social que la que podría ser lograda por medio de datos cuantitativos. Asimismo, continúa la autora, la fuerza particular de la investigación cualitativa es su habilidad para centrarse en la práctica real *in situ*: la observación de cómo las interacciones son realizadas rutinariamente.

Para Gómez (2012), la investigación-acción contempla los problemas desde el punto de vista de quienes están implicados en ellos; solo puede ser válida a través del diálogo abierto. Y considera como objetivos de la investigación de acción participativa, por una parte, producir conocimiento y acciones útiles para un grupo de personas; por otra, que la gente se empodere y capacite a través del proceso de construcción y utilización de su propio conocimiento.



Ya que, como señala Álvarez-Gayou (2003), en la investigación cualitativa no interesa la representatividad; una investigación puede ser valiosa si se realiza en un solo caso (estudio de caso), en una familia o en un grupo cualquiera de pocas personas, aunque es importante tomar en cuenta la saturación. Lo anterior se refiere al momento en el que, durante la obtención de la información, esta empieza a ser igual, repetitiva o similar.

Presentación de propuesta

El proyecto de semilleros de investigación se presentó ante las autoridades académicas del ITJMMPH, quienes estuvieron de acuerdo en implementarlo como un programa institucional; en un inicio como piloto en la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Se realizó un cronograma para desarrollar esta propuesta a partir del semestre 2016B, que inicia en agosto. Se redactó la convocatoria. Una vez publicada la convocatoria se registraron un total de nueve equipos (19 alumnos) para participar. Un comité integrado por las autoridades académicas del instituto y algunos docentes invitados seleccionaron cinco proyectos, basados principalmente en la viabilidad del proyecto presentado.

Se informó a los alumnos participantes, tanto a los seleccionados como a los que no lo fueron, el porqué de las decisiones tomadas. Los alumnos invitaron a algún docente a formar parte de su equipo de trabajo. Las asignaciones para los docentes se entregaron en el mes de noviembre.

Implementación y desarrollo

Una vez conformados los equipos de trabajo, los alumnos comenzaron a trabajar en el desarrollo de sus proyectos. Rápidamente eligieron a su coordinador y establecieron roles para cada uno de los integrantes. Para el mes de diciembre entregaron su plan de trabajo correspondiente al periodo enero-agosto del 2017.

Seguimiento del proyecto

Para el seguimiento al trabajo colectivo, se consideró de suma importancia la retroalimentación en el proceso de formación y desempeño de los estudiantes. Se identificaron los siguientes aspectos:



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

- Cada alumno coordinador de proyecto cuenta con una bitácora (o diario) de las actividades realizadas en cada sesión de trabajo.
- Revisión semestral de los logros académicos generales alcanzados por cada uno de los estudiantes vinculados al grupo de semillero.

Se dio seguimiento a los cuatro proyectos del semillero de investigación durante su desarrollo. Se monitoreó sus avances. Se observó el desempeño de su trabajo, y se registró su actividad por medio de una bitácora seguimiento. Se realizaron entrevistas con los alumnos participantes y reuniones de trabajo. También se realizó una memoria fotográfica del desarrollo de los proyectos. Los estudiantes se ven y se perciben entusiasmados y confiados en que sus prototipos podrán ser comercializados.

En una reunión de trabajo se sometió a consideración de los alumnos coordinadores la posibilidad de participar en alguna convocatoria para bajar recursos; pero no les interesó. Consideraron que su proyecto es valioso, y prefieren mejor buscar otras fuentes de financiamiento o programas de emprendimiento.

Figura 1. Memoria fotográfica de uno de los proyectos



Fuente: Elaboración propia



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

Se realizó un total de tres reuniones de trabajo para la presentación de avances con las autoridades académico-administrativo. Desgraciadamente, uno de los cinco proyectos perteneciente al semillero no logró concretarse por cambio de residencia del alumno coordinador.

Los cuatro proyectos restantes se concretaron satisfactoriamente después de dos años de trabajo: se obtuvieron tres prototipos. Estos proyectos han sido heredados a una nueva generación de estudiantes, quienes les darán continuidad y aplicación práctica en apoyo de otros proyectos que se realizan dentro de la institución. De esta manera, se benefician estudiantes, maestros y a la institución. Esta última a razón de que cuenta con prototipos que se pueden utilizar para realizar prácticas mediante simulaciones y así enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Respecto a los alumnos, generan aprendizaje significativo porque trasladan los conocimientos teóricos a prácticas reales. Además, los mencionados prototipos pueden ser sujetos a perfeccionamiento y actualización por nuevos equipos de investigación de alumnos. Cabe mencionar que el beneficio de este proyecto es también para la sociedad, ya que de la institución egresan ingenieros con prácticas reales y por ende más capacitados. Los alumnos, al adquirir estas habilidades y competencias, generan mayor confianza y hay mayor probabilidad de que se inserten en el campo laboral de manera más rápida.

A continuación, se muestran imágenes de los prototipos desarrollados hasta el momento en el proyecto del semillero de investigación.

Figura 2. Trip Cam 360°, versión 1



Fuente: Elaboración propia



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

Figura 3. Etapa de pruebas del refrigerador solar



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Primera cosecha invernadero automatizado



Fuente: Elaboración propia

La propuesta de formación del semillero de investigación, tal como se concibió gracias el apoyo del área académica del ITJMMMPH, refleja el interés que se tiene en concretar proyectos de desarrollo tecnológico e innovación que no solo le permitan al estudiante adentrarse en la investigación básica y aplicada, sino también incursionar, por medio de la transferencia tecnológica, en la posible comercialización de sus proyectos.



Esta obra está bajo licencia
internacional Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial
SinObrasDerivadas 4.0.

Esta experiencia, este semillero de investigación para la formación de estudiantes ha permitido el desarrollo de un modelo de trabajo que integra, de manera precisa, una visión a largo plazo, aspectos administrativos, académicos y elementos metodológicos, todos los cuales son relevantes en la implementación de una estrategia para fomentar la investigación extracurricular de los alumnos.

Discusión

La intención de este proyecto es formar a los alumnos en las técnicas de investigación para lograr proyectos que culminen en un bien o servicio que impacte en la sociedad. Para Murillo (citado en Vargas, 2009), la investigación aplicada recibe el nombre de *investigación práctica o empírica* porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos a la vez que se adquieren otros. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que dan como fruto una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. La investigación aplicada responde a los retos que demanda entender la compleja y cambiante realidad social.

Para Gacel (citado en Pedroza y Velázquez, 2013), las universidades latinoamericanas, y particularmente las mexicanas, están luchando por ganarse un lugar frente a la globalización, por lo que una de sus tareas primordiales en el momento actual es la internacionalización. Desde esta orientación, la educación superior ha mostrado interés por realizar cooperación en investigación con diversas instituciones en el ámbito internacional, primordialmente a través de sus cuerpos académicos, investigadores y estudiantes, y de esta manera fortalecer su naturaleza generadora de conocimiento para la solución de los problemas del quehacer humano.

Y por su parte, Beraza y Rodríguez (2010) indican que la capacidad de innovación de un país o de una región está íntimamente ligada a su capacidad de creación y difusión de conocimientos. En este contexto, la universidad ha tenido que encontrar formas más directas de acercar su saber académico al mercado, lo que constituye un cambio radical para las universidades en la medida en que se han visto inducidas a jugar un rol activo en la escena económica. Como consecuencia, en los últimos años, los mecanismos de transferencia de conocimiento empleados por las universidades han ido evolucionando.



Debido a la responsabilidad que tienen las universidades e instituciones de educación superior de contribuir en la solución de los problemas y necesidades que presenta el contexto social en el que están inmersas, surge la necesidad de vincular la investigación con proyectos que logren impactar positivamente en el entorno.

De ahí la necesidad de que los alumnos, jóvenes estudiantes de ingeniería, se involucren en proyectos de investigación, ya que, para la educación superior, es sumamente importante implementar procesos de investigación aplicada que permitan generar conocimientos que impacten los entornos sociales, económicos, políticos, al igual que en el desarrollo intelectual que se busca crear en cada estudiante a través del planteamiento de preguntas e inquietudes, con el fin de aportar soluciones a las problemáticas del entorno social que rodean al ser humano.

Los semilleros de investigación han surgido como una respuesta a la necesidad de introducir a los estudiantes y jóvenes profesionales a la práctica y la metodología de la investigación científica; en otras palabras, buscan contribuir en la formación integral de los actuales y futuros profesionales por medio del acercamiento al saber investigativo como estrategia de desarrollo del pensamiento y de resolución de problemas.

Conclusiones

El proyecto de semillero de investigación surgió como una propuesta dentro del ITJMMPH con la intención de fomentar los proyectos de desarrollo tecnológico. Busca dar respuesta a la necesidad de introducir a los estudiantes y jóvenes profesionales, como ya se ha mencionado, a la práctica y la metodología de la investigación científica. Es una forma de contribuir en la formación integral de los actuales y futuros profesionales.

Se planteó entonces el objetivo general de crear e implementar como estrategia educativa un semillero de investigación durante el ciclo escolar 2016-2017 con los alumnos y docentes interesados de la carrera de Ingeniería Electromecánica del ITJMMPH. Lo anterior con la finalidad de realizar proyectos que propicien la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico. El semillero inició sus trabajos en enero del 2017 y concluyó en diciembre del 2018. Los alumnos de esa generación egresaron en enero del 2019. Dejaron para el instituto tres prototipos, los cuales se seguirán desarrollando por otra nueva generación



Se puede concluir que la creación del semillero de investigación dio los frutos esperados, que los alumnos y docentes participantes en esta iniciativa, cumplieron con los compromisos realizados y que, quizá lo más importante, los alumnos fueron gestores de su propio conocimiento, de su aprendizaje.

Referencias

Álvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós Educador.

Beraza, J. M. y Rodríguez, A. (2010). factores determinantes de la utilización de las *Spin Off* como mecanismo de transferencia de conocimiento en las universidades. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(2), 115-135

Botero, S. Á. (2008). Los Semilleros de Investigadores en la Universidad de Caldas. En Molineros, L. F. (ed.), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. La visión de los fundadores* (pp. 29-34. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca-Universidad de Antioquia. Recuperado de https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2015). *Agenda de Innovación Jalisco*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado de https://sicyt.jalisco.gob.mx/sites/sicyt.jalisco.gob.mx/files/agenda_de_innovacion_de_jalisco.pdf.

De Gialdino, V. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona, España: Gedisa.

Escobar, M. V. (2013). Semilleros de investigación. *Investigaciones Andina*, 15(27), 733-735. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81462013000200001&script=sci_arttext&tlang=pt.

Gallardo, B. N. (2014). *Sentidos y perspectivas sobre semilleros de investigación Colombianos, hacia la lectura de una experiencia latinoamericana*. (tesis de doctorado). Universidad de Manizales, Caldas, Colombia. Recuperado de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/alianza-cinde-umz/20160516012456/BlancaNellyGallardoC.pdf>.

García, C. (2010). Uso de fuentes documentales históricas que favorecen la investigación formativa: el caso de los semilleros de investigación. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*,



36(1), 265-273. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052010000100014.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2015). Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología. Jalisco, México: Gobierno del Estado de Jalisco. Recuperado de <https://www.jalisco.gob.mx/es/gobierno/dependencias/sict>.

Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Estado de México, México: Red Tercer Milenio.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Education.

Magaña, D. E., Aguilar, N., Argüelles, L. y Quijano, R. (2015). Titulación en la modalidad de tesis en el pregrado, programa de verano científico: evidencias de México. *Revista global de Negocios*, 3(4), 39-58. Recuperado de <http://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/rgnego/rgn-v3n4-2015/RGN-V3N4-2015-4.pdf>.

Molineros, L. F. (2009). Epistemología de los Semilleros de Investigación y la Cultura en Red de la RedCOLSI: Una Visión Compartida desde la Experiencia de uno de sus Actores. Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. En Molineros, L. F. (ed.), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. La visión de los fundadores* (pp. 117-145). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca-Universidad de Antioquia. Recuperado de https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf.

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura [OEI]. (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social programa iberoamericano en la década de los bicentenarios*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Pedroza, A., Elba, M. y Velázquez, J. A. (2013). Oficinas de Transferencia Tecnológica en las Universidades como Estrategia para Fomentar la Innovación y la Competitividad: Caso: Estado de Hidalgo, México. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(2), 221-234. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&tlang=e.

Quintero, J., Munévar, R. A. y Munévar, F. I. (2008). Semilleros de investigación: una estrategia para la formación de investigadores. *Educación y educadores*, 11(1), 31-42.



Restrepo, B. (2009). Prólogo. Semilleros de investigación: Relevancia de una experiencia colectiva. En Molineros, L. F. (ed.), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. La visión de los fundadores* (pp. 7-9). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca-Universidad de Antioquia. Recuperado de https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf.

Rivera, B., Nieto, A. M. y Tangarife, D. M. (1999). Enfoques y estrategias de las tesis de grado de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Caldas. *Revista Departamento de Sistemas de Producción*, 10(1), 58-67

Rojas, E. (2009). Presentación. El movimiento de semilleros de investigación visto desde la Universidad del Cauca. En Molineros, L. F. (ed.), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. La visión de los fundadores* (pp. 5-6). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca-Universidad de Antioquia. Recuperado de https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf.

Vargas, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, (33). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>.

Vivas, D. R. (2009). Palabras en la instalación del VII Encuentro Nodal de Semilleros de Investigación. En Molineros, L. F. (ed.), *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia. La visión de los fundadores* (pp. 11-12). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca-Universidad de Antioquia. Recuperado de https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_12998.pdf.



<i>Rol de Contribución</i>	<i>Autor (es)</i>
Conceptualización	Irma Adriana Cantú Munguía
Metodología	Irma Adriana Cantú Munguía igual Alejandra Medina Lozano. igual
Software	No aplica
Validación	Irma Adriana Cantú Munguía igual Alejandra Medina Lozano. igual Francisco Alejandro Martínez Marín igual
Ánalisis Formal	Francisco Alejandro Martínez Marín.
Investigación	Irma Adriana Cantú Munguía
Recursos	Irma Adriana Cantú Munguía igual Alejandra Medina Lozano. igual Francisco Alejandro Martínez Marín igual
Curación de datos	Alejandra Medina Lozano. igual Francisco Alejandro Martínez Marín igual
Escritura - Preparación del borrador original	Irma Adriana Cantú Munguía
Escritura - Revisión y edición	Alejandra Medina Lozano
Visualización	Irma Adriana Cantú Munguía igual Alejandra Medina Lozano. igual
Supervisión	Irma Adriana Cantú Munguía igual Albino Garay de la O igual Aldo Aarón Hernández Cervantes Apoyo
Administración de Proyectos	Francisco Alejandro Martínez Marín.
Adquisición de fondos	Alejandra Medina Lozano

