

PEDAGOGÍA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS APOYADA EN LOS SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN DESDE EL INICIO DEL PREGRADO

Candelaria Tejada Tovar, Lesly Tejada Benítez, Ángel Villabona Ortiz
Universidad de Cartagena, Cartagena (Colombia)

Resumen

En este trabajo se describe una estrategia para articular la investigación formativa y la formación en investigación desde el inicio del pregrado. En la metodología se conjugaron los paradigmas cualitativo y cuantitativo sometiendo un grupo de estudiantes a la intervención pedagógica. Como resultado se creó un semillero de investigación, articulado al grupo de investigación del programa de Ingeniería Química de la Universidad de Cartagena (Colombia). Se implementaron estrategias pedagógicas como: los proyectos investigativos de semestre (PIS), el aprendizaje basado en problemas (ABP), el club de revistas, el ensayo teórico, el aprendizaje por descubrimientos, el presimposio, el simposio y la evaluación de los procesos superiores de pensamiento. Estas estrategias se consideran como una intervención eficaz por los buenos resultados que se obtuvieron en los estudiantes tanto en actitud como en aptitud frente a los procesos investigativos.

Palabras clave: Investigación formativa, estrategia pedagógica, semillero de investigación.

Abstract

In this work, a strategy to articulate the formative research and research training since the beginning of undergraduate is described. In the methodology, quantitative and qualitative paradigms were combined; a group of students was referred to the pedagogical intervention. As a result, a seeder of research articulated to the chemical engineering program research group from University of Cartagena (Colombia) was created. Teaching strategies were implemented including: research projects of the semester (RPS), problem-based learning (PBL), the magazine club, the theoretical essay, learning by discovery, the pre symposium, the symposium and evaluation of superior thought processes. These strategies are regarded as an effective intervention by the good results obtained in the students both in attitude and aptitude in front of the investigative processes.

Key words: Formative investigation, teaching strategies, research seeder.

Introducción

La investigación es un concepto que se ha generalizado tomando diversidad de matices según el ámbito en el que se mencione y que puede ser percibida como la labor que realizan las personas con una desmedida inteligencia en centros y laboratorios especiales, generalmente asociados a la química, la biología, la física y la ingeniería o alguna otra disciplina de las ciencias naturales y exactas; también puede ser considerada como una labor diaria y aburrida de buscar la tarea en los libros, las revistas o la Internet para alguna materia o asignatura. Otra acepción del concepto de investigación es adentrarse en una tecnología, aparato o procedimiento y darle alguna aplicación concreta de acuerdo con unos requerimientos; en este sentido valdría la pena reflexionar sobre lo planteado por Hernández (2005), quien afirma que algunos sectores han llegado a la conclusión que es necesario desmitificar la investigación, contextualizarla y promoverla en todos los niveles.

A pesar de esta diversidad de interpretaciones en constante evolución sigue siendo común que se coloque el status de investigador sólo a aquellas personas de renombre y trayectoria por correr la frontera del conocimiento en campos de interés mundial.

Desde estas perspectivas y con la intención de familiarizar al estudiante e involucrarlo con la actividad investigativa, se concibió desarrollar una estrategia pedagógica que contemplara una didáctica que favorezca la articulación de la investigación formativa y la formación en investigación desde el inicio del pregrado y de manera transversal en el currículo, de tal manera que la implementación de esta didáctica se fuera constituyendo en forma espontánea pero intencionalmente como algo natural o habitual que formara parte integral del proceso de formación de los estudiantes y lo consideraran como un estilo de vida, en contraposición a la forma tradicional como se les ha venido enseñando a investigar; pues a pesar de que los currículos incluyen asignaturas como metodología de la investigación, algunos estudiantes llegan incluso a desarrollar su trabajo de grado sin haber alcanzado estándares mínimos en competencias investigativas.

En el presente artículo se presenta inicialmente la metodología utilizada, seguida de un breve marco teórico en el que soporta la propuesta pedagógica, el desarrollo de la investigación y, por último, se presenta el análisis y discusión de resultados seguidos de las conclusiones.

Metodología

Tipo de estudio

Se realizó un estudio con enfoque complementario, es decir, que se conjugaron de forma permanente los enfoques cualitativo y cuantitativo de la investigación. La información recolectada fue analizada bajo la estructura del modelo de Wolcott, H., citado por Lucca y Berrios (2003), que consta de tres partes: la descripción, el análisis y la interpretación, y articulándolas de manera simultánea al presentar los resultados.

Diseño investigativo

Es de tipo descriptivo dado que sustantivamente se narran los eventos que produjeron durante el proceso de implementación de la didáctica; en un primer instante la investigación analizó el desarrollo de la investigación formativa y la formación en investigación en la Universidad de Cartagena, mediante la aplicación de encuestas a docentes investigadores y estudiantes miembros de diferentes semilleros de investigación de diferentes programas académicos de la Universidad, donde se detectaron debilidades en torno a las competencias investigativas de los estudiantes y en relación con la concepción que tienen los docentes de la formación en investigación, por lo que se consideró necesario desarrollar e implementar una estrategia pedagógica para articular la investigación formativa y la formación en investigación con el Programa de Ingeniería Química de la Universidad de Cartagena. Se tuvo como referencia cohortes anteriores de otro programa nuevo de ingeniería que se encontraban en igualdad de condiciones en cuanto al inicio en investigación en tanto que no habían estado sometidos a ningún tipo de intervención pedagógica.

Posteriormente, se realizaron entrevistas semiestructuradas con diversos actores (docentes

investigadores, estudiantes miembros de semilleros de investigación) con el fin de establecer un referente y un estado actual del desarrollo de actividades de formación en investigación o de investigación formativa, así como la construcción de las competencias investigativas, siguiendo la perspectiva de Maldonado, et al. (2007). Por último, y después de haber realizado el análisis de los resultados obtenidos se estructuraron las estrategias y mecanismos que soportan la propuesta pedagógica, donde se integraron la investigación formativa a las actividades curriculares propias del proceso de formación profesional.

Población

El grupo experimental estuvo conformado por 40 estudiantes del primer semestre del Programa de Ingeniería Química de la Universidad de Cartagena.

Duración

La intervención pedagógica tuvo una duración de dos años (4 semestres), durante los cuales se realizaron observaciones y seguimiento al grupo experimental.

Desarrollo de la investigación

En esta investigación fue necesario identificar la concepción de currículo sobre la cual se soportaría la propuesta, teniendo en cuenta que muchos docentes, directivos y estudiantes consideran que currículo es sinónimo de plan de estudio, lo cual es una concepción que dista considerablemente del concepto amplio de currículo, pues éste ha evolucionado a lo largo del tiempo, aún cuando no exista consenso respecto a una definición unificada. Para objeto de este estudio se asume la definición de currículo propuesta por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, MEN (2004), en tanto proceso de investigación permanente; específicamente se trabajará la parte del currículo relacionada con la implementación de una didáctica; con este proceso se inicia una serie de trabajos de investigación que irán nutriendo los aspectos pedagógicos del proyecto curricular del Programa de Ingeniería Química de la Universidad de Cartagena.

De manera específica, para el MEN (2004) y según el artículo 76 de la Ley 115 de febrero 8 de 1994, el currículo es el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural, nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional.

En virtud de lo anterior, surge la presente propuesta para generar un proyecto pedagógico que articule la investigación desde el inicio del pregrado; la estrategia planteada es de carácter flexible e interdisciplinario, pues articula los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores logrados en el desarrollo de diversas áreas del conocimiento, tal como lo establece la ley colombiana, pero no en forma extracurricular, sino concebida como una estrategia pedagógica que forma parte del currículo; entendiendo currículo no solamente como plan de estudios, sino dentro de una perspectiva más amplia. En este sentido se destaca el planteamiento de Lafrancesco (2004), quien señala que el currículo implica además del plan de estudios, los procesos de enseñanza, los de aprendizaje, actividades escolares, contenidos programáticos, métodos, recursos, áreas y asignaturas, proyectos, procesos, políticas, fines, contextos, agentes educativos, función social, tareas pedagógicas; lo cual a su vez es coherente con lo planteado por la Ley 115 (MEN, 2004).

Investigación formativa

Según Restrepo (1998), la denominada investigación formativa en la educación superior es un tema-problema pedagógico. Aborda, en efecto, la relación docencia-investigación o el papel que puede cumplir la investigación en el aprendizaje de la misma investigación y del conocimiento, problema que se sitúa en el campo de las estrategias de enseñanza y evoca concretamente la docencia investigativa o inductiva y también el denominado aprendizaje por descubrimientos.

Por su parte, el organismo encargado en Colombia de los procesos de acreditación, Consejo Nacional

de Acreditación (CNA), establece la diferencia entre la investigación en sentido estricto, o propiamente dicha de las labores de reflexión que los docentes realizan para orientar sus cátedras, de los trabajos que realizan con los estudiantes dentro del contexto de una asignatura y de los trabajos que se adelantan para obtener el grado de un estudiante. Por su parte, Jaimes (2006) señala que la investigación formativa está más ligada al pregrado y a la especialización y en las universidades se hace necesaria la formación para la investigación.

Pedagogía de la investigación

Restrepo (1998), afirma que la investigación se aprende fundamentalmente a través del trabajo que ayudantes o asistentes realizan alrededor de un maestro o profesor que ha construido una trayectoria investigando. La mejor forma de construir la cultura investigativa es a través de la promoción de investigadores prominentes que cultivan sus líneas de investigación y concentran en torno a sí estudiantes aventajados. En todo caso, la investigación en la universidad y en las comunidades científicas en general ha ido construyendo su propia cultura que va pasando de institución en institución y formando redes cada vez más extensas e internacionales que regulan la práctica investigativa. Analizando lo propuesto por Restrepo (1998), la pedagogía que él describe concibe la investigación formativa como una actividad extracurricular, ligada a los grupos de investigación pero desarticulada de las actividades pedagógicas del aula de clases. En el presente trabajo se propone una pedagogía para la investigación formativa, articulada tanto con los grupos de investigación como al desarrollo curricular.

Formación en y para la investigación

Una segunda acepción del término investigación formativa es la de «formar» en y para la investigación a través de actividades que no hacen parte necesariamente de un proyecto concreto de investigación. Su intención es familiarizar al estudiante con la investigación con su naturaleza como búsqueda, con sus fases y funcionamiento. Este concepto es el presentado por el Consejo Nacional

de Acreditación de Colombia en sus publicaciones sobre evaluación y acreditación (Restrepo, 1998).

Fundamentación teórica de la estrategia pedagógica

Es importante resaltar la defensa de la necesidad de una formación en investigación a lo largo de todo el proceso de formación de los estudiantes, pues las competencias investigativas no se desarrollan cursando una sola asignatura, sino a lo largo del tiempo y con el lema “aprender a hacer haciendo”, es decir aprender a investigar investigando. En este sentido, Gallego (1999) asume una postura sobre el conocimiento previo respecto a cualquier área del conocimiento, sobre cómo investigar y su adquisición necesaria para desarrollar una competencia. Manifiesta que es una característica necesaria para las competencias laborales y más específicamente para la vida académica. No solo se debe tener la intención y necesidad de poseer una competencia, sino que se debe ser apto y tener un bagaje ulterior que le permita realizar posturas y acciones competentes en cualquier campo.

El soporte de la presente propuesta pedagógica se centra en el aprendizaje basado en problemas (ABP), fundamentada teóricamente en el aprendizaje por descubrimiento, el cual es ampliamente trabajado por Vigostky (1982) y Bruner (1988). Con esta estrategia pedagógica el estudiante descubre o redescubre temas, asuntos, conceptos interesantes para él, que le permiten contextualizar su profesión a través de problemas reales desde el inicio de su proceso formativo, de tal manera que, según Vigostky (1982), guiado por el docente hace todo un recorrido desde una zona de desarrollo próximo inicial (ZDP1) de menor conocimiento respecto a un tema, hacia una zona de desarrollo próximo dos (ZDP2), más avanzada en conocimiento, con relación a la inicial. Para poder materializar esta estrategia, se tuvieron en cuenta los planteamientos de Bruner (1988), en su teoría de aprendizaje por descubrimientos, donde este tipo de aprendizaje supone el procesamiento activo y subjetivo de la información. Subjetivo dado el proceso individual que cada persona realiza para organizar la información, lo que a su vez implica un proceso de reordenar o transformar los datos de modo que permitan ir más allá de ellos, hacia una verdadera

comprensión. Sobre este mismo planteamiento teórico, Turbay (2006) resalta que el descubrimiento organiza de manera eficaz lo aprendido para emplearlo ulteriormente, es un generador de motivación y confianza de sí mismos y es una fuente primaria de motivación intrínseca y de la conservación del recuerdo.

De igual forma, en esta propuesta pedagógica fue fundamental tener en cuenta el desarrollo de procesos superiores de pensamiento como el gran valor agregado al desarrollo de competencias investigativas. Para De Sánchez (1992), las destrezas básicas de pensamiento implican siete grandes procesos, de tal manera que para llegar al proceso final de síntesis como manifestación de una elaboración mental, se requiere agotar en forma consciente unas destrezas que van desde la observación y descripción, pasando por la identificación de características, estableciendo diferencias y semejanzas, comparando y relacionando, hasta lograr hacer clasificación, análisis y síntesis. En contraste, Villarini (1992), propone once procesos genéricos de pensamiento que van desde observar y recordar hasta llegar a la toma de decisiones para lograr un objetivo que consiste en dar solución a un problema. Estos procesos son: comparar y contrastar, ordenar, formar clases, clasificar, inferir, razonar lógicamente y evaluar para solucionar problemas. Por su parte, Priestley, (1996) destaca dieciséis habilidades de pensamiento que se inician con la percepción y terminan con la organización de la información en la elaboración de un resumen. Estas habilidades son: observar, discriminar, nombrar-identificar, emparejar, identificar detalles, recordar, secuenciar, inferir, comparar, categorizar- clasificar, describir-explicar, causa-efecto, predecir-estimar y analizar. Priestley (1996), es más minucioso en la descripción de las habilidades de pensamiento, agrupándolas en habilidades de procesamiento de la información literal, grupo formado por las habilidades descritas hasta antes de llegar a hacer inferencias y de aquí en adelante las agrupa en habilidades del nivel inferencial.

Como se observa, estos autores trabajan las habilidades básicas de pensamiento, las cuales son el fundamento para el desarrollo del pensamiento

crítico. Tanto De Sánchez (1992) como Villarini (1992) y Priestley (1996) presentan semejanzas en su pensamiento constructivista cognitivo, en tanto su concepción de un ser humano creador, capaz de elaborar su conocimiento mediante procesos, en lo que necesariamente se debe recurrir a las habilidades de pensamiento como herramientas para elaborar un constructo mental que se materializa, ya sea en la elaboración de un resumen, una síntesis o en una propuesta para solucionar un problema. Con fundamento en lo anterior se propone que las habilidades superiores de pensamiento implican acciones tales como:

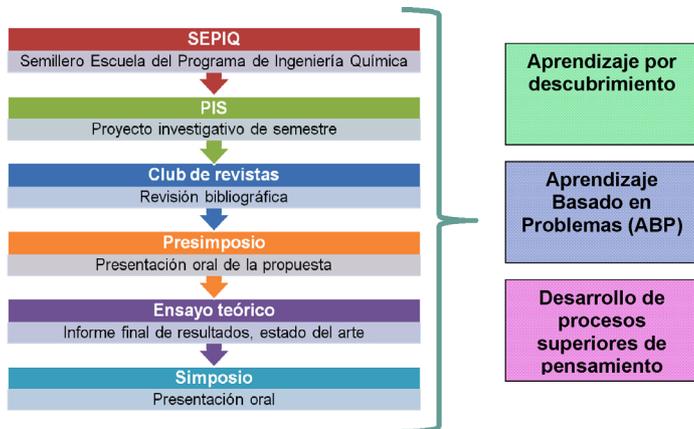
- **La creatividad** como innovación asociada a la solución de problemas principalmente.
- **El pensamiento crítico** como autorreflexión rigurosa y lógica.
- **Acciones interpretativas:** son las acciones orientadas a encontrarle sentido a un texto, de una proposición, problema, grafica, etc. Se fundamenta en la reconstrucción de los textos.
- **Acciones argumentativas:** son aquellas acciones que tienen por fin dar las razones de una afirmación. Se expresa en el por qué de una proposición.
- **Acciones propositivas:** son las acciones que implican la presentación de alternativas de trabajo. Generación de hipótesis, resolución de problemas, confrontación de perspectivas, deducciones, conclusiones, entre otras.

Con base en lo anterior, la estrategia pedagógica que se propone y sobre la cual se desarrolló la investigación, comprende la integración de varias didácticas a saber: el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje por descubrimiento, el semillero de investigación SEPIQ (Semillero Escuela del Programa de Ingeniería Química), los proyectos investigativos de semestre (PIS), el club de revistas, el ensayo teórico, el presimposio, el simposio y el desarrollo de procesos superiores de pensamiento, todo esto articulado al currículo desde los grupos de investigación, como se ilustra en la figura 1.

En el desarrollo de la investigación, es decir en las actividades programadas en el semillero SEPIQ, se idearon actividades para que el estudiante

desarrollara competencias comunicativas, favoreciendo el desarrollo de pensamiento crítico mediante la producción de textos argumentativos; y de manera similar, desarrollar el pensamiento creativo lo que implicó la producción de textos originales redactados por los estudiantes, principalmente ensayos. Los espacios diseñados para tal fin fueron el presimposio y el simposio, en donde los estudiantes sustentaban su propuesta e informe final de investigación respectivamente, materializados en ensayos argumentativos o descriptivos, actividad que reforzó la formación en competencias comunicativas tanto orales como escritas. Cuando se habla de que la estrategia pedagógica propicia procesos superiores de pensamiento es porque en sus diferentes etapas se desarrollaron las acciones descritas anteriormente, como consecuencia de las actividades inherentes al semillero de investigación y a los proyectos investigativos de semestre, liderados por los docentes desde las líneas del grupo de investigación.

Figura 1. Estrategias pedagógicas para articular la investigación formativa al currículo



Síntesis de la didáctica que materializa la estrategia pedagógica

En el contexto del Aprendizaje Basado en Problemas y del Aprendizaje por Descubrimiento, se guía al estudiante para que elija un tema de las diferentes líneas del grupo de investigación, desde donde se desprenden los macro proyectos de investigación liderados por los docentes; cada macro proyecto tiene unos objetivos específicos que a su vez se convierten en subproyectos para los estudiantes del semillero

de investigación a lo que se le denominó proyectos investigativos de semestre PIS. El estudiante va descubriendo a través de la lectura de artículos aspectos fascinantes e interesantes sobre el tema escogido. El docente tutor trata siempre de contextualizarlo a un problema de la vida real. Simultáneamente a la asignación de temas de investigación se realiza a los estudiantes una capacitación permanente en conceptos y herramientas básicas de metodología de la investigación y específicamente elementos para realizar rastreo conceptual y manejo de bases de datos y revistas especializadas; en este sentido la metodología implementada desde el semillero fue la siguiente:

Fase 1: Identificación de una situación problema

En esta fase, los estudiantes identificaron situaciones problemáticas o problemas abiertos en el contexto del campo ocupacional del ingeniero químico, por ejemplo la necesidad de buscar combustibles alternativos frente a la contaminación que generan los combustibles fósiles, se desarrollaron PIS sobre Biodiesel, Bioetanol, Hidrogeno, energía eólica, entre otras, teniendo como guía la orientación de los docentes quienes exponen los problemas que en la actualidad se están tratando de atender desde las líneas de investigación del grupo de investigación. Con esta actividad el grupo de investigación ofrece una gran gama de problemas a investigar, donde el estudiante selecciona aquel con el que más se identifique; esta selección se realiza después de realizar un debate con los miembros del equipo de trabajo, que no deben superar los cuatro estudiantes.

Fase 2: Formulación de preguntas y subpreguntas problema

Con este ejercicio el estudiante tiene la oportunidad de formular todos los interrogantes que tenga respecto al tema que seleccionó, con la intencionalidad de ir buscando las respuestas a medida que avanza en el proceso de investigación; para seleccionar el tema, los docentes investigadores les exponen sus líneas de investigación con su respectiva lista de temas acompañada de una charla orientadora, con el fin de generar en el estudiante motivación. Posteriormente, se le orienta para que agrupe las preguntas por afinidad de tal forma que se reduzcan en número y se organicen en orden

jerárquico o de inclusión, las que posteriormente le dan origen a los objetivos de la investigación. Se le enseña a organizar y a redactar el problema de investigación, teniendo como elementos orientadores las preguntas y subpreguntas problema.

Fase 3: Lluvia de ideas

Los estudiantes por lo general tienen posibles respuestas a las preguntas que se han formulado, se promueve el debate en los equipos de trabajo con la finalidad de ir las depurando con el transcurrir de la investigación. Esta actividad estimula su creatividad y los hace caer en la cuenta que requieren buscar otras fuentes de información para poder encontrar respuestas a sus preguntas problema, situación que a su vez motiva el aprendizaje por descubrimiento.

Fase 4: Identifican lo que conocen y desconocen del problema de investigación

En esta etapa el estudiante, con mayor precisión que la anterior, siente la necesidad de la guía del docente en algunos aspectos y de profundizar en la búsqueda de información con la que puedan responder sus interrogantes. En todos los casos era mayor lo que desconocían. Inicialmente los estudiantes se sienten preocupados por la nueva situación a la que se enfrentan y manifiestan cierto desconcierto por la nueva metodología. Esta situación estimula para que el docente lleve a los estudiantes de una zona de desarrollo próximo inicial (ZDP 1) a otra más avanzada de conocimiento (ZDP 2), ayudados por el rastreo conceptual.

Fase 5: Definen y justifican el problema de estudio

El equipo de trabajo debe exponer en forma clara el problema que motiva su investigación y justificarlo brevemente; esta actividad permite valorar el grado de comprensión y apropiación del tema a investigar, esta actividad se realiza en el espacio que se denominó presimposio.

Fase 6. Búsqueda de información

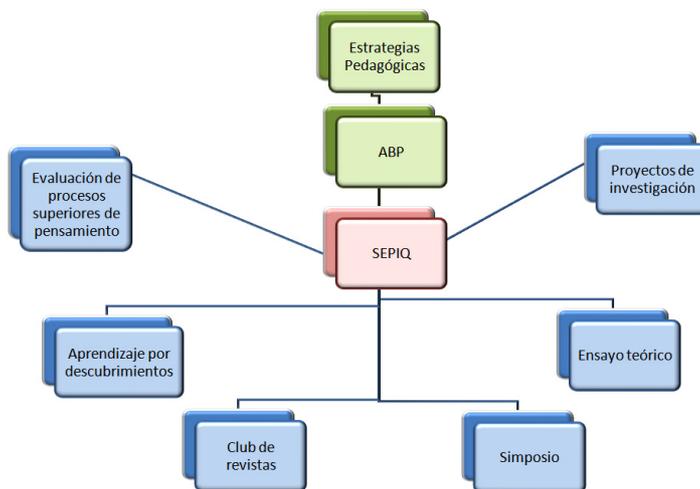
En esta fase el equipo de estudiantes, busca, organiza y analiza información pertinente al problema de investigación, se le capacita para que pueda utilizar como fuentes: revistas científicas, Internet, bases de datos, artículos especializados, capítulos de libros entre otras.

Fase 7. Presentación de resultados de la investigación documental

El equipo de trabajo presenta un informe escrito el cual sustenta en forma de exposición oral, en el espacio denominado simposio, para presentar el informe final de toda la información que se considera pertinente al problema.

Sobre lo anterior, se propone un modelo novedoso para el programa de Ingeniería química de la Universidad de Cartagena para articular de manera transversal la investigación al currículo, apoyados en los semilleros de investigación; esto es producto de la evolución de la experiencia con los estudiantes y docentes del programa de ingeniería química a lo largo de dos años que duró la prueba piloto. Ver figura 2:

Figura 2. Estructura del modelo que soporta la estrategia pedagógica



Del modelo descrito en la figura 2 se observa que el eje central del modelo es el semillero de investigación desde donde se desprenden los elementos que nutren la didáctica, que una vez implementada le dio vida a la estrategia pedagógica para articular la investigación formativa como la formación en investigación a las actividades propias del currículo, en el sentido amplio del concepto.

Análisis y discusión de resultados

Logros referidos a los procesos

Más de 100 jóvenes de pregrado en ingeniería química han participado en las actividades del semillero de investigación, pues además del grupo experimental se fue implementando con las cohortes que ingresaron posteriormente al programa. Se observó en los estudiantes una actitud positiva hacia la investigación y entusiasmo al desarrollar proyectos de investigación. El reconocimiento de las actividades del semillero a nivel institucional, regional y nacional por la participación en eventos académicos. Definición de un mecanismo fácil y claro para la vinculación de estudiantes al semillero. La institucionalización de los proyectos investigativos de semestre como una estrategia pedagógica articulada al currículo y liderada por las líneas de investigación del grupo GIPIQ y materializada en las actividades del semillero SEPIQ. Institucionalización de un espacio de formación permanente en investigación para los estudiantes. La vinculación del semillero a redes de investigación Red Colombiana de Semilleros de Investigación (RedCOLSI), Red de Semilleros de la Universidad de Cartagena (RedUNICAR) y Red de Investigadores de Cartagena (RiesCAR), a través de la participación de estudiantes en eventos académicos organizados por estas redes.

Logros referidos a los productos

- La elaboración de un plan de capacitación en investigación para los estudiantes del semillero.
- Participación con cuatro ponencias en el I Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación de la Universidad de Cartagena (Cartagena de Indias, Mayo 20 y 21 de 2006).
- Participación con ocho ponencias en el III Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación RedCOLSI – Nodo Bolívar (Cartagena de Indias, 23 – 25 de Agosto de 2006).
- Participación con cuatro ponencias en el IX Encuentro Nacional y III Internacional de Semilleros de Investigación- RedCOLSI, (Pereira, Octubre de 2006).

- Participación con una ponencia en el V Encuentro de Investigación de la Facultad de Ciencias e Ingeniería. (Cartagena de Indias, Noviembre 2 de 2006).
- Participación con dos ponencias en el VI Simposio Latinoamericano de biodegradación y biorremediación. (Santafé de Bogotá, Mayo 2 - 4 de 2007).
- Participación con seis ponencias en II Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación de la Universidad de Cartagena (Cartagena de Indias, Abril de 2007).
- Participación con once ponencias en el IV Encuentro de Semilleros Investigativos RedCOLSI, Nodo- Bolívar (Cartagena de Indias, Mayo 24 y 25 de 2007).
- Participación con una ponencia en el X Seminario Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Septiembre 26 – 28 de 2007).
- Participación con dos ponencias Tercer Encuentro de Saberes (Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Octubre 2007)
- Participación con dos ponencias en el 1er Congreso Internacional de Ingenierías (Corporación Universitaria de la Costa, Barranquilla, Noviembre de 2007).
- Participación con una ponencia en el 3er Encuentro Nacional de Materiales (Universidad de Antioquia, Medellín, Noviembre de 2007).
- Participación con una ponencia en el Primer Encuentro Nacional de Investigación en Postgrados (Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Mayo 2008).
- Participación con una ponencia en el XI Seminario Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Universidad Industrial de Santander, Cartagena, Septiembre de 2008).

Debilidades detectadas en la prueba piloto

- El factor presupuestal para el financiamiento de actividades y proyectos de investigación, así como la participación en eventos académicos como ponentes.
- No todos los docentes del programa consideran
- la investigación como un componente importante en su proyecto docente.

- La falta de apropiación de estrategias pedagógicas por parte de algunos docentes del programa.

Fortalezas identificadas en la prueba piloto

- La consolidación de la cultura investigativa en los estudiantes y docentes de planta del programa.
- La movilidad de estudiantes por la participación como ponentes en eventos académicos, regionales, nacionales e internacionales.
- La formación de estudiantes críticos y reflexivos, los cuales se convierten en multiplicadores del proyecto pedagógico y en defensores del mismo.

Oportunidades identificadas en la prueba piloto

- Los cursos de capacitación recibidos en el semillero escuela SEPIQ y/o en las redes de investigación a los cuales se pertenece, pueden ser validados como créditos académicos para los estudiantes, a manera de incentivo.
- Posibilidad de participar en proyectos de intercambio con instituciones a nivel regional, nacional o internacional.
- Realización de los proyectos investigativos de semestre (PIS) que brindan la posibilidad al estudiante de contextualizar los contenidos aprendidos en las asignaturas y en general del quehacer del ingeniero químico; mediante los PIS también se relacionan con problemas abiertos en el ámbito científico mundial.
- Posibilidad de reforzar en los estudiantes competencias tales como, liderazgo, trabajo en equipo, manejo de conflictos, responsabilidad, creatividad, planificación y organización, proactividad, entre otras

Amenazas detectadas en la prueba piloto

La falta de formación pedagógica de directivos y docentes de cátedra, quienes por desconocimiento de las tendencias educativas en el nivel mundial y nacional, siguen casados con el conductismo convencional, por lo que se oponen al surgimiento de nuevas propuestas académicas, que promueven cambios de paradigmas y ruptura en el sistema tradicional de enseñanza aprendizaje.

Competencias investigativas desarrolladas en los estudiantes

Teniendo en cuenta que en esta investigación se asume el concepto de competencia como: un saber hacer y saber actuar entendiendo lo que se hace, comprendiendo cómo se actúa, asumiendo de manera responsable las implicaciones y consecuencias de las acciones realizadas y también como la capacidad para identificar y formular problemas transformando los contextos a favor del bienestar humano, de acuerdo con la propuesta de Montenegro (2003). A continuación se listan las competencias investigativas desarrolladas en esta investigación:

Nivel de competencia	Competencias investigativas	Evidencia de Desempeño
Competencias investigativas básicas	Capacidad para identificar y formular problemas	Identifica el problema como el punto de partida para la investigación Comprende la utilidad de la investigación para la solución de problemas.
	Capacidad para autopreguntarse y formular preguntas	Formula preguntas y subpreguntas alrededor de un problema.
	Capacidad para estructurar propuestas de investigación	Formula objetivos, hipótesis de trabajo y justificación en una propuesta de investigación.
	Trabajo en equipo y Cooperación	Trabaja un problema de investigación conjuntamente con sus compañeros de grupo de trabajo.
Competencias investigativas complementarias	Competencias comunicativas (Oral, Lectura y Escritura)	Elabora marco teórico y estado del arte respecto a un tema en particular. Apoyado en fichas bibliográficas, referencia adecuadamente las fuentes consultadas. Argumenta oralmente su trabajo.
	Capacidad para relacionar los conocimientos y competencias adquiridas en diferentes áreas del conocimiento con la investigación.	Articula los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas del conocimiento de manera eficaz con el desarrollo de su proyecto de investigación.
Competencias investigativas avanzadas (Fonseca, G., et al., 2005)	Capacidad para relacionar destrezas, habilidades, actitudes y aptitudes con la actividad investigativa	Elabore posters, ensayos descriptivos y argumentativos con interés y motivación. Se inicia en el trabajo de campo y de laboratorio.
	Capacidad para experimentar	Aplica el método científico en la recopilación de datos y análisis de la información.
	Capacidad de análisis	Analiza críticamente los resultados obtenidos en la investigación, generando una interpretación de los mismos.
	Capacidad para resolver problemas	Integra los resultados de la investigación a procesos tecnológicos productivos, resolviendo problemas de su entorno.
	Capacidad para interpretar resultados y sacar conclusiones	Concluye y analiza los resultados de la investigación y proyecta los resultados a la problemática tratada por la investigación.

Cuadro 1. Competencias investigativas identificadas en los estudiantes después de la intervención pedagógica.

En el cuadro 1 se sintetizan los niveles de competencia, las clases de competencias y la manera de identificar si el estudiante la ha desarrollado, estas fueron monitoreadas en los estudiantes, mediante el seguimiento cualitativo y cuantitativo en su desempeño y compromiso con el proceso de formación en investigación, en la actualidad de los 40 estudiantes del grupo experimental, el 25% de

los estudiantes se encuentran vinculados a proyectos de investigación financiados en convocatorias internas en la Universidad de Cartagena y como consecuencia de ello a manera de incentivo, estos cuentan con financiación 100% de pago de los derechos de matrícula, lo cual calificamos como favorable ya que al compararlo con el grupo control, este tiene un comportamiento muy diferente que dista mucho de los resultados logrados en la presente investigación.

Resultados referidos al logro de las competencias investigativas

Para identificar los logros referidos a las competencias investigativas en los estudiantes, se realizó el seguimiento al desempeño del grupo en las diferentes actividades realizadas, las cuales fueron consignadas en un diario de campo, información que posteriormente fue analizada e interpretada, lo que permitió que fueran emergiendo categorías, que se fueron identificando como competencias investigativas; esto fue complementado con la información recopilada con el instrumento diseñado para tal fin, el cual consistió en un cuestionario con preguntas abiertas y de selección múltiple. Los principales resultados se relacionan a continuación.

El 95% de los estudiantes comprende que el primer paso en una investigación es identificar el problema, mientras que el 60% identifica claramente el planteamiento del problema en un enunciado específico, con respecto a esto último el 40% restante confunden el planteamiento del problema con la justificación. En el grupo control el 74% ubica la importancia que tiene la identificación del problema de investigación en una investigación. De otra parte, se obtuvo que ningún estudiante identifica el planteamiento del problema en un enunciado específico, el 78% lo confunde con la justificación y el restante porcentaje lo asocia con los objetivos específicos.

El 100% de los estudiantes identificaron claramente los elementos y las fuentes a tener en cuenta para elaborar un marco teórico. Mientras que en el grupo control solo el 70% lo hizo claramente.

El 80% reconoció que la investigación permite encontrar las causas del problema y para identificar posibles soluciones, por lo que se infiere que los estudiantes tienen claro para qué sirve la investigación. Mientras que en el grupo control, el 39% presentó claridad sobre los fines de una investigación.

Por otra parte, el 85% de los estudiantes relacionó claramente el propósito de la investigación y el título de la misma, mientras que en el grupo control, el 60% de los estudiantes identificó correctamente esta relación. De igual forma, el 85% identifica las palabras clave en un resumen de investigación, en tanto que en el grupo control, solo el 17% de los estudiantes logró identificar las palabras clave.

El 100% de los estudiantes expresan que pertenecen al semillero de investigación, y que actualmente están desarrollando un proyecto de investigación y enuncian el objetivo general de su investigación actual.

En el grupo control el 22% manifiesta no pertenecer a ningún semillero, argumentando entre otras razones que: “no tengo tiempo, no he encontrado un problema a investigar, no pertenezco a ningún grupo de investigación, no ha encontrado un tema de su interés”; sin embargo expresan estar desarrollando un trabajo de investigación y enuncian claramente el título de su proyecto; se considera que esto puede obedecer al tipo de estrategia utilizada en el programa académico al cual pertenece el grupo control, donde manejan otro tipo de espacio para la investigación con los estudiantes y que no lo denominan semillero sino células de investigación.

De otra parte el 95% de los estudiantes del grupo experimental manifiesta que ha participado como ponente en un evento académico y el 5% restante ha presentado ponencias en eventos académicos pero no se los han aprobado. Con relación al grupo control, el 8% manifiesta haber asistido a eventos académicos como ponentes.

Con respecto a si los proyectos que ellos desarrollan como PIS deben tener algún reconocimiento con una calificación, el 85% manifiesta que si debe tener

reconocimiento, porque ellos invierten tiempo y dinero, por lo cual consideran que sería como una motivación por la dedicación. Es importante resaltar que el 15% restante opina que no se deben calificar porque los proyectos y actividades de investigación derivadas de los semilleros, se deben considerar como una ganancia extra, donde se amplían conocimientos adicionales a los vistos en el aula de clase. Otros la miran como una actividad extracurricular que complementa la educación tradicional y otros sugieren que no deben tener ser evaluados con nota pero si deben tener unos espacios para desarrollar la investigación. En el grupo control esta relación se invierte pues el 30% manifiesta que no debe tener calificación estas actividades del semillero; pues entienden que se convierte en una exigencia académica más, otros lo ven como una actividad extracurricular fundamentada en el autoaprendizaje, otros afirman que estas actividades se deben hacer por motivación propia, conciben las actividades de un semillero inconstante.

Conclusiones

Como evidencia del desarrollo de competencias investigativas, se tienen los logros referidos a los productos, en relación a la participación de los

estudiantes en eventos académicos institucionales, regionales, nacionales e internacionales.

La estrategia pedagógica que se propone y sobre la cual se montó la prueba piloto, comprende la articulación de una didáctica a saber: el semillero de investigación SEPIQ (Semillero Escuela del Programa de Ingeniería Química), los proyectos investigativos de semestre (PIS), el aprendizaje basado en problemas (ABP), el club de revistas, el ensayo teórico, el aprendizaje por descubrimientos, el presimposio, el simposio y la evaluación de los procesos superiores de pensamiento, lo que a su vez se considera como una intervención eficaz por los buenos resultados que se obtuvieron en los estudiantes tanto en actitud como en aptitud frente a los procesos investigativos.

La estrategia pedagógica implementada en la prueba piloto favorece el desarrollo de las competencias investigativas y comunicativas. La experiencia vivida demuestra que se aprende a ser y a hacer haciendo, complementada con el seguimiento permanente del docente tutor; con esto se contribuyó al surgimiento de una cultura investigativa en los estudiantes lo cual le puso un sello distintivo al programa de ingeniería química de la Universidad de Cartagena.

Referencias

- Bruner. J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*, Madrid. Ediciones Morata
- De Sánchez. M. (1992). *Procesos básicos del pensamiento*. México. Trillas.
- Fonseca. G., et al. (2005). Estudio interpretativo sobre prácticas de enseñanza de profesores de ciencias experimentales, con relación al desarrollo de competencias científicas. *Revista enseñanza de las ciencias*. Número extra, VII congreso. Bogotá Colombia. Consultado el 20 de Agosto de 2007 en: http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/3_Relacion_invest/3_1/Fonseca_320.pdf
- Gallego R. (1999). *Competencias Cognoscitivas, un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico*. Magisterio. Bogotá.
- Hernández U. (2005) *Propuesta Curricular para la Consolidación de los Semilleros de Investigación como espacios de Formación Temprana en Investigación*. En: *Revista ierRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]*. Vol.1, No.2 (Enero-Junio). Consultado el 15 de mayo de 2007. En: <http://revista.iered.org>.
- Lafrancesco G. (2004). *Currículo y plan de estudios. Estructura y planteamiento*. Cooperativa Editorial Escuela Transformadora Magisterio. Bogotá.
- Lucca, N., Berrios, R., (2003). *Investigación Cualitativa en Educación y Ciencias Sociales*. Publicaciones Puertorriqueñas. Puertorico.
- Jaimes C., (2006). *Los semilleros de investigación una cultura de investigación formativa*.

- Conferencia. IV encuentro Nacional RedCOLSI. Cartagena de Indias. Marzo
- Maldonado L.; Landazábal, D.; Hernández, J.; Ruíz, J. Claro, A.; Vanegas, H. y Cruz, s. (2007) Visibilidad y formación en investigación. Estrategias para el desarrollo de competencias investigativas. Revista virtual Studiositas. Bogotá, Colombia. 2(2) 43-56, 2007. Consultado el 18 de Agosto de 2007 en: http://regweb.ucatolica.edu.co/publicaciones/investigaciones/STUDIOSITAS/v2n2/articulosrevista/H_MALDONADO%20LANDAZABAL1.pdf
- MEN, Ministerio de Educación Nacional, (2004) “Criterios y procedimientos para la evaluación de programas académicos de educación superior”. Policopiado. Bogotá, Colombia.
- Montenegro I., (2003) ¿Son las Competencias el nuevo enfoque que la educación requiere? En: Rev. Magisterio Educación y Pedagogía N°.1, febrero-marzo. 19-20 pp.
- Priestley, M. (1996) Técnicas y estrategias del pensamiento crítico, México. Trillas
- Restrepo, B. (1998). Conceptos y Aplicaciones de la Investigación Formativa, y Criterios para Evaluar la Investigación científica en sentido estricto. Consultado 19 de septiembre de 2007 en: http://w.cna.gov.co/cont/documentos/doc_aca/cn_apl_inv_for_cri_par_eva_inv_cie_sen_est_ber_res_gom.pdf
- Turbay M. (2006). Documento síntesis. Material de trabajo Modulo Teorías Cognitivas III. Gerome Bruner. Documento sin publicar. Maestría en Educación. Universidad del Norte, Barranquilla.
- Vigostky L. (1982). Obras escogidas Vol. II. Madrid. Visor capítulo 5,
- Villarini A. (1992). Manual para la enseñanza de destrezas del pensamiento, San Juan, Pell.

Sobre los autores:

Candelaria Tejada Tovar.

Ingeniera Química, Especialista en Química Analítica y Magíster en Educación de la Universidad del Norte. Miembro del grupo de investigación GIPIQ y líder de la línea de investigación científica en Educación. Docente Universidad de Cartagena – Facultad de Ingeniería – Sede Piedra de Bolívar. candelariatejada@yahoo.com.

Lesly Tejada Benítez.

Ingeniera Química, Magíster Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia. Directora del grupo de investigación GIPIQ y líder de la línea

de investigación en Combustibles alternativos. Docente Universidad de Cartagena – Facultad de Ingeniería – Sede Piedra de Bolívar. lptbenitez@gmail.com.

Ángel Villabona Ortiz.

Ingeniero Químico. Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad de Cartagena. Miembro del Grupo de Investigación GIPIQ, Docente investigador en la línea de Ambiental. Docente Universidad de Cartagena – Facultad de Ingeniería – Sede Piedra de Bolívar. angelvillabona@yahoo.com.

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