

PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACION EN PROGRAMAS DE PREGADO: UNA EXPERIENCIA DESDE LA FACULTAD DE INGENIERIA*

**Raquel Anaya Hernández¹, Walter Hugo Arboleda Mazo²,
Jhon Fredy Niño Manrique³, Ana Cristina Zúñiga Zapata⁴**

Resumen

El compromiso de la universidad como institución social es formar profesionales integrales para atender los problemas de la sociedad. Se presenta una propuesta para el fortalecimiento de la investigación en la Corporación Universitaria Adventista - UNAC trabajada a nivel institucional desde la Dirección de Investigación y a nivel del programa de ingeniería de sistemas desde la Facultad de Ingeniería. Se aplicó el ciclo clásico

*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Investigación e Innovación en la Enseñanza de la Ingeniería" desarrollado en el Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A categorizado B por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia perteneciente a la UNAC.

1 Doctora en Informática, Ingeniera de Sistemas. Investigadora, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: raquel.anaya.hdez@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9187-7427>

2 Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

3 Magíster en Ingeniería, Especialista en Desarrollo de Software, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: jfnino@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3909-844X>

4 Doctora en Bioeconomía, Magister en Gestión de Ciencia Tecnología e Innovación, Especialista en logística integral, Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: investigacion@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6503-412X>

de mejora de Planear-Hacer-Verificar-Actuar, dentro de la dinámica de mejora continua del programa. Se tienen los siguientes resultados: a) La propuesta de fortalecimiento de la investigación dentro del programa de Ingeniería se estructura alrededor de 4 ciclos de formación en los que progresivamente se van desarrollando las competencias de capacidad investigativa y creatividad e innovación, la cual se soporta en diferentes ambientes de aprendizaje; b) El Programa de Formación y Proyección de Semilleros que se estructura en 4 niveles cuyas actividades fortalecen las habilidades de investigación de los estudiantes; c) El mapa de competencias de investigación, creatividad e innovación y sus diferentes niveles de dominio junto con las estrategias pedagógicas que contribuyen a su desarrollo; d) Experiencias de aplicación de la propuesta a través de proyectos de semilleros de investigación, como una experiencia piloto. El desarrollo de la capacidad investigativa debe ser abordado de manera iterativa e incremental; en programas de ingeniería se hace evidente la necesidad de integrar la creatividad e innovación, favoreciendo de manera equilibrada el desarrollo del pensamiento disruptivo y convergente. Entre los retos abiertos se identifica evolucionar hacia una evaluación de competencias de investigación basada en rúbricas. Se plantea la siguiente pregunta de investigación como base del presente trabajo: Como se pueden formar estudiantes como investigadores por medio de un programa que facilite el pensamiento crítico, científico y técnico de profesionales competentes y éticamente responsables.

Palabras clave: Investigación Formativa, Semilleros de Investigación, Investigación Lúdica, Innovación y Creatividad

Abstract

The university's commitment as a social institution is to training comprehensive professionals to address problems in society. This

chapter presents a proposal for strengthening research in the Systems Engineering Program at the Colombia Adventist University - UNAC, aligned at an institutional level with the Direction of Research, and the Faculty of Engineering. In Particular, the proposal applied the classic Plan-Do-Check-Act improvement cycle within the dynamics of continuous improvement of the research in the program. As a result, the following results were obtained: a) The proposal to strengthen research in the Systems Engineering program was structured with four training cycles in which the competencies of research capacity, creativity, and innovation are developed progressively, and supported by different learning environments; b) The Formation Program of Projection of Seedbeds structured in 4 levels whose activities strengthen the research skills of the students; c) The map of research, creativity and innovation competences and their different levels of mastery together with the pedagogical strategies that contribute to their development; d) Experiences of application of the proposal through research seedbed projects, as a pilot experience. To sum up, the development of investigative capacity in engineering programs; must be approached in an iteratively and incrementally manner, and is evident the need to integrate creativity and innovation to enhance the development of disruptive and convergent thinking in a balanced way. In addition, the open challenge is to evolve towards an assessment of research competencies based on rubrics.

Key words: Formative Research, Research Seedbeds, Playful Research, Innovation and Creativity

INTRODUCCIÓN

La docencia, la investigación y la extensión representan acciones sustantivas de la universidad como institución social; una articulación adecuada de estas funciones contribuirá a la formación de profesionales integrales, con pensamiento crítico y capacidad de aprendizaje que son agentes de cambio para atender las necesidades de la sociedad.

En la formación universitaria, la investigación puede analizarse desde dos perspectivas: la “formación investigativa” como un tema curricular donde los contenidos de algunas asignaturas están orientados a que los estudiantes comprendan y manejen procesos metodológicos fundamentales de la investigación científica en sus distintas expresiones y modalidades y la “investigación formativa” entendida como un proceso de construcción del conocimiento centrado en la actividad de búsqueda y elaboración por parte del estudiante con el acompañamiento del profesor, como una estrategia pedagógica para el entrenamiento de profesionales. Estos dos aspectos se complementan para formar un profesional conocedor de lo que significa la investigación- “aprender a investigar”- y que a la vez desarrolla pensamiento crítico y capacidades y habilidades de investigación para abordar las diferentes áreas de conocimiento - “aprender investigando” (von Ackren, 2007; González, 2006; Valencia, Macias, & Valencia, 2015).

Es generalmente reconocido que una adecuada formación integral del educando debe estar fundamentada en un modelo de formación basado en competencias; este enfoque se caracteriza por propiciar espacios de aprendizaje significativos en el cual se integra el saber ser (automotivación, iniciativa y trabajo colaborativo con otros) con el saber conocer (conceptualizar, interpretar y argumentar) y el saber hacer (aplicar procedimientos y estrategias), teniendo en cuenta las condiciones del entorno y las necesidades individuales, buscando una actuación en el educando con espíritu de reto, idoneidad y compromiso ético (Tobón, 2010). A pesar de las bondades evidentes que se le reconocen a este enfoque, aún existen retos abiertos para su adecuada implementación como la tendencia de un aprendizaje basado en la transmisión y el tradicional y rígido esquema de evaluación cuantitativo (Hernández-Mosqueda, Tobón, & Guerrero-Rosas, 2016; Fernández, 2010).

ANTECEDENTES

Los semilleros de investigación se vienen consolidando como una de las estrategias extracurriculares para la formación de investigadores desde el pregrado; están orientados a fortalecer las habilidades investigativas de docentes y estudiantes, promover la interdisciplinariedad y orientar la proyección profesional de los estudiantes (Saavedra-Cantor et.al, 2015); a través de los semilleros de investigación se favorece el desarrollo progresivo de competencia de investigación desde los primeros semestres (Tovar, Benítez, & Ortiz, 2008). Están concebidos como un espacio que brindan al estudiante la oportunidad de adquirir conocimiento de forma científica y aplicada al contexto en que se desenvuelven, representan una estrategia académica que permite abordar el conocimiento dejando a un lado la escuela tradicional y dando paso a la enseñanza activa y constructiva (Villalba Cuéllar & González Serrano, 2017).

El desarrollo de competencias de investigación, creatividad e innovación son reconocidos como competencias esenciales de los estudiantes de ingeniería. La Propuesta CDIO concebida por el MIT para programas de ingeniería, busca formar ingenieros modernos, capaces de participar en la concepción, diseño, implementación y operación de sistemas, productos, procesos y proyectos en los que desarrollan su actividad, para lo cual se requiere que sean técnicamente expertos, socialmente responsables e inclinados a innovar. El proyecto Tuning en América Latina, identificó un conjunto de 27 competencias genéricas para programas de ingeniería a partir de una consulta a 62 universidades en 18 países; dentro de dichas competencias se encuentran la capacidad de investigación y competencias que están estrechamente relacionadas con ésta como la capacidad creativa, la capacidad de crítica y autocrítica y la capacidad de trabajo en equipo (Palma, Ríos, & Miñán, 2011).

La creatividad e innovación, son reconocidas como competencias transversales de un profesional necesarias para atender las demandas cada vez más exigentes de la sociedad de la información (Arteaga, Alvarado Pérez, & Luna, 2015); la creatividad hace referencia a habilidad de generación de ideas y la innovación hace referencia a implementación de dichas ideas. Mientras que la creatividad requiere de un pensamiento divergente que posibilita la generación de múltiples posibilidades, la innovación requiere de un pensamiento convergente para descartar las ideas irrelevantes e innecesarias mediante procesos analíticos (Arteaga et al., 2015).

La creatividad e innovación aplicada en la formación de ingenieros cobra una significancia mayor, tal como lo resalta Cropely (2016): mientras que la creatividad e innovación se ocupa de la generación de soluciones efectivas y novedosas para los problemas, la ingeniería se preocupa más específicamente por la generación de soluciones tecnológicas a los problemas. Los ingenieros por lo tanto deben establecer un balance tanto en el análisis (pensamiento convergente) como en la síntesis (pensamiento divergente) en la creación de soluciones tecnológicas. Concentrarse en uno a expensas del otro pone en riesgo la integridad de las soluciones (productos) en sí mismas, por lo tanto, la ingeniería, debe concebirse fundamentalmente como un proceso de resolución creativa de problemas.

Se encuentran evidencias de la aplicación de modelos que promueven la creatividad e innovación para la formación de ingenieros tales como el modelo PIPE (Sun, 2012), el modelo de innovación por fases (Cropely, 2016), el enfoque de diseño de pensamiento (Wrigley & Straker, 2017) y el acercamiento al objeto de conocimiento de manera lúdica (Philpott, 2013), que ha sido llamado investigación lúdica (Ramírez, 2010).

La mejora permanente de los procesos educativos en los que está comprometida una institución de educación superior debe necesariamente

articular, de una parte, un esfuerzo institucional que proponga programas y estrategias para ser aplicados en los diferentes programas y, de otra parte, propuestas de renovación curricular que surgen desde los programas académicos mismos a través de los procesos de mejora continua, considerando las características propias de la disciplina y las realidades particulares del contexto.

El objetivo del presente artículo es presentar una propuesta para el fortalecimiento de la investigación en la Corporación Universitaria Adventista – UNAC, desde dos frentes de trabajo: desde la visión institucional liderada por la Dirección de Investigación y desde el trabajo de renovación curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, liderado por la Facultad de Ingeniería.

METODOLOGÍA

La metodología usada para esta investigación es de tipo innovación pedagógica donde se sigue para su aplicación, el ciclo clásico de mejora continúa propuesto por Edward Deming y luego se propone una metodología de aplicación para la facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Adventista en el programa de ingeniería de sistemas. El ciclo mencionado se usa alrededor de 1950 y que hoy en día se aplica con éxito en el campo del cuidado de salud (Taylor et al., 2014), la agroindustria (Dudin, Frolova, Gryzunova, & Shuvalova, 2014) y la mejora de la educación (Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, 2012). Se siguieron las fases de Planear, Hacer, Verificar y Actuar, dentro del marco del proceso de autoevaluación para la renovación del registro calificado ante el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

En la fase de Planeación, se conformó el equipo de autoevaluación y se establecieron los objetivos de la mejora, se aplicaron y analizaron

las encuestas de percepción a los diferentes estamentos (estudiantes, docentes y directivos), se estudiaron los referentes institucionales que orientan el programa y se identificaron las acciones de mejora.

En la fase de Hacer se definió la propuesta pedagógica de formación del programa por ciclos de formación y la manera como la capacidad de investigación se va fortaleciendo a lo largo de dichos ciclos; en esta fase también empezaron a aplicarse en proyectos de semilleros algunos de los elementos de la propuesta curricular.

En la fase de Verificación y Actuación se realizó la socialización y refinamiento de la propuesta con los diferentes estamentos y actualmente se está realizando el refinamiento progresivo de la propuesta a medida que se obtienen los resultados de las experiencias piloto.

El desarrollo metodológico gira en torno a la propuesta curricular para integrar la investigación, la creatividad y la innovación alrededor de una propuesta pedagógica.

RESULTADOS

Luego de haber aplicado la metodología enunciada en el apartado anterior se desarrollaron una serie de elementos importantes que se describen desde la metodología propuesta en la figura 1:



Figura 1. La Investigación dentro del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAC. Elaboración propia.

En cada ciclo se define una estrategia de investigación central y diferenciadora, aunque no rígida, la cual permitirá orientar y regular el trabajo de los semilleros y de los proyectos integradores: a) En el primer ciclo se habla de investigación lúdica, en la que los estudiantes no cuentan aún con habilidades formales de investigación pero potencian su entusiasmo y ganas de aprender a través del uso de herramientas tecnológicas que le ayudan a solucionar un problema o atender una oportunidad con un alcance limitado. B) En el segundo ciclo se habla de proyección social e investigación aplicada, en el cual los estudiantes pueden aplicar los principios de estadística descriptiva y metodología de la investigación para identificar y caracterizar un problema u oportunidad y proponer / adaptar o potenciar soluciones que atiendan una problemática social del entorno local. C) En el tercer ciclo, se fortalece el aspecto de creatividad e innovación para buscar que las soluciones o servicios tecnológicos

o productos de conocimiento a desarrollar contribuyan a solucionar un problema del entorno próximo. D) En el cuarto ciclo, a través del proyecto de grado, las soluciones o servicios tecnológicos o productos de conocimiento evolucionan para satisfacer una necesidad que trasciende el entorno próximo.

Todas las actividades de fortalecimiento de la investigación a lo largo de los ciclos deben estar enmarcadas dentro de los objetivos y líneas de investigación definidos por el Grupo de investigación en Ingeniería Aplicada (GI2A) que pertenece a la Facultad de Ingeniería. A su vez, la propuesta pedagógica está fundamentada en los principios y valores institucionales declarados en el Proyecto Educativo Institucional y los valores del programa declarados en el Proyecto Educativo del Programa.

A partir de la metodología anterior se propone un programa está estructurado en 4 niveles, tal como se observa en la tabla 1; en cada uno de los niveles se definen actividades de aprendizaje en las que el estudiante va adquiriendo las competencias como investigador en formación. Al finalizar los 4 niveles, el estudiante estará preparado para continuar su proceso de formación como joven investigador de Minciencias (nivel V) y como estudiante de maestría o doctorado que participa de manera activa en las investigaciones del grupo de investigación de la facultad respectiva (nivel VI). Se puede observar que las actividades de aprendizaje se redactan a manera de preguntas para promover la motivación y vinculación de los estudiantes al programa.

Tabla 1.

Estructura del plan de formación y proyección de semilleros de la UNAC

Nivel	Actividades de aprendizaje
I	a. Motivación: <i>¿Por qué investigamos? ¿Qué es un semillero?</i> b. Registro en el sistema de investigación: <i>¿Cómo crear mi hoja de vida de investigador?</i> c. Club de Revista I: <i>¿Cuál es la estructura de un artículo de investigación?</i> d. Manejo de BD y gestores de referencias bibliográficas: <i>¿Cómo buscar lo que otros han dicho acerca de un tema determinado? ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas de apoyo?</i>
II	a. Talleres de creatividad e innovación: <i>¿Cómo definir ideas creativas? ¿Cómo dar una solución innovadora a un problema?</i> b. Formulación de anteproyectos: <i>¿Cómo definir un anteproyecto de investigación?</i> c. Club de Revista II: <i>¿Cómo escribir y presentar un artículo de investigación?</i> d. Introducción a las publicaciones científicas y seriadas: <i>¿En cuales revistas se puede publicar? ¿Cómo reconocer el nivel de la revista?</i>
III	a. Formulación de proyectos: <i>¿Cómo se escribe un proyecto de investigación?</i> b. Participación en convocatorias de investigación como ponente. <i>¿Cómo presentar un proyecto de investigación?</i> c. Club de Revista III: <i>¿Cómo analizar y presentar un artículo de investigación?</i> d. Participación estudiantil en investigaciones en curso: <i>¿Cómo vincularme al grupo de investigación de mi programa?</i> e. Publicaciones científicas: <i>¿Cuáles son las publicaciones científicas que existen? ¿Cuáles son las condiciones para publicar en ellas?</i>
IV	a. Participación en convocatorias. <i>¿De qué manera puedo presentar proyectos a convocatorias internas o externas?</i> b. Sustentación de proyectos para la solución de problemas específicos. <i>¿Cómo hacer la sustentación en público del proyecto realizado?</i> c. Producción científica: <i>¿Cómo publicar mis resultados de investigación?</i> d. Club de revista IV: <i>¿Cómo escribir mi propio artículo y presentarlo?</i> e. Monitorias: <i>¿Cómo convertirme en multiplicador para que otros compañeros se formen como investigadores?</i>

Fuente: Elaboración propia con base en sistema de investigación UNAC.

A continuación, se explican algunos aspectos del programa propuesto:

El programa de formación y proyección de semilleros de investigación (PSI)

Para la UNAC los semilleros de investigación son espacios extracurriculares de aprendizaje que están a disposición de estudiantes y docentes, de una o de diferentes áreas, que brindan conocimiento enmarcado en el espíritu de servicio altruista a Dios y a sus semejantes, dentro del marco de la cosmovisión bíblico cristiana que sustenta la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Este programa busca fortalecer la dinámica de investigación acorde a la misión y visión institucional que garantiza la formación de investigadores con razonamiento crítico y propio, con habilidades de investigación que permiten la formulación y ejecución de proyectos de investigación de calidad y acordes necesidades propias de cada la respectiva área del conocimiento y sensibles al entorno que los rodea (Orozco Carvajal & Arboleda Mazo, 2019).

La capacidad de investigación como competencia transversal

La concepción de la investigación dentro del programa gira alrededor de los ciclos de formación definidos en la propuesta curricular, tal como puede observarse en la figura 1. Se ha establecido la competencia transversal de capacidad de investigación, la cual define indicadores de avance progresivo en el desarrollo de dicha competencia, en los diferentes ciclos.

El fortalecimiento de esta competencia se realiza desde los siguientes ambientes de aprendizaje: a) Desde los espacios curriculares establecidos a nivel institucional a través de las asignaturas de Epistemología, Estadística y Metodología de la Investigación y culmina con la realización del proyecto de grado en donde se fortalece la formación investigativa, y que se denominará la Línea de Investigación Formativa (LIF); b) Desde las

actividades promovidas por la Dirección de Investigación de la Facultad de Ingeniería y la Dirección de Investigación Institucional (DI-UNAC) a través del Programa de Formación y Proyección de Semilleros, en el que se incentiva la participación de estudiantes y docentes y se fortalece aspectos como el pensamiento crítico y las habilidades para escribir; c) desde los espacios liderados por la facultad de ingeniería, con el apoyo de la DI-UNAC en la que se promueve la innovación y la creatividad en un ambiente de trabajo interdisciplinario y la divulgación de resultados de investigación a través de los talleres de innovación y creatividad y la semana de la ingeniería, respectivamente; d) desde los proyectos integradores al finalizar cada ciclo de formación, en los que se busca el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para atender un problema identificado, aplicando prácticas de creatividad e innovación.

Mapa de competencias y estrategias pedagógicas

En esta sección se describe la manera progresiva como las competencias de investigación, creatividad e innovación se van fortaleciendo en los diferentes ciclos de formación, así como las estrategias pedagógicas que apoyan el desarrollo de dichas competencias, tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2.

Competencias centrales a desarrollar, con respecto a la investigación, en los ciclos de formación del programa.

Competencia Central: Capacidad de Investigación	
Ciclo	Competencias y Estrategias Pedagógicas (EP)
1	Identifica situaciones problema que pueden ser abordadas desde su área de conocimiento. EP: Aprendizaje Basado en Problemas, Investigación lúdica
2	2.1 Estructura una propuesta de investigación aplicando principios y prácticas de investigación; 2.2 Utiliza herramientas informáticas para la búsqueda, referenciación y consolidación de referentes asociados a la investigación. EP: Proyectos de semilleros; Actividades del Programa de Formación y Proyección de Semilleros de Investigación (PFPSI) y actividades de la Línea de Formación Investigativa (LFI)

- 3 Realiza la experimentación y análisis de datos. EP: Aprendizaje por descubrimiento a través del club de revista. Actividades LFI.
- 4 4.1 Interpretar resultados y sacar conclusiones; 4.2 escribe artículos para presentar los resultados de la investigación. EP: Desarrollo pensamiento crítico a través del club de revista y de estrategias en diversas materias. Escritura de ensayos y reportes técnicos en diversas materias. Actividades de LFI

Competencia Central: Creatividad e Innovación

- 1 Genera nuevas ideas para problemas que se le plantean externamente. EP: Talleres de creatividad e innovación de PFPSP; Prácticas de creatividad integradas a los cursos de proyecto integrador.
 - 2 Genera, contrasta y complementa ideas de forma colaborativa y sabe transmitir las adecuadamente al equipo. EP: Fases iniciales de los modelos de creatividad integrados a los cursos de proyecto integrador y a los proyectos de semilleros de investigación.
 - 3 Propone y justifica una solución innovadora para atender una situación del entorno próximo. EP: Fases intermedias de los modelos de creatividad integrados a los cursos de proyecto integrador y a los proyectos de semilleros de investigación.
 - 4 Diseña y valida la innovación para solucionar situaciones que trascienden su entorno próximo. EP: Fases avanzadas de los modelos de creatividad integrados dentro del proyecto de grado, materias de línea de énfasis y semilleros de investigación.
-

La formación en investigación es un proceso complejo en el cual se involucran otras competencias declaradas transversales dentro del programa como capacidad de trabajo en equipo (CTE), capacidad de comunicación oral y escrita (CCOE), compromiso ético (CE) y capacidad de abstracción análisis y síntesis (CAAS), las cuales han sido también desglosadas por niveles de formación, pero que no se incluyen por limitaciones de espacio. Algunas de las manifestaciones particulares de estas competencias que son valiosas en la formación de investigadores son: Es comprometido con los objetivos del equipo y realiza retroalimentación constructiva, correspondientes a CTE; Valora la crítica de pares como oportunidad de mejora e identifica y usa símbolos para comunicarse, correspondientes a CCOE; reconoce las limitaciones propias y considera los juicios de los demás, incorpora los conceptos éticos y deontológicos de la profesión, correspondientes a CE.

Basado en las anteriores definiciones y metodologías se describe la forma como se ha trabajado con esta metodología y algunas experiencias de aplicación:

En esta sección se presenta una síntesis de los algunos de los proyectos de semilleros en los cuales se hace evidente la integración de las dimensiones de docencia e investigación formativa para proponer soluciones desde las TIC a problemas de la sociedad. Todos los proyectos surgen de una identificación del problema en un dominio de aplicación específico, articulan un elemento innovador desde las TIC, son apoyados a través de algunas de las asignaturas del programa y han sido presentados en el encuentro institucional de semilleros de investigación (EISI) y en el encuentro regional de semilleros de investigación (ERSI). Dos de estos proyectos han sido seleccionados para ser presentados en el encuentro nacional de semilleros de investigación (ENSI); dichos encuentros son regulados y promovidos por REDCOLSI como muestra la tabla 3.

Tabla 3. Experiencias de proyectos de semilleros en el programa.

Proyecto: Uso de lego mindstorm ev3 para enseñanza de tiro parabólico	
Ciclo Formación: 1 Dominio de Aplicación: Educación	
Problema Identificado	Existe la necesidad de que los colegios evolucionen la enseñanza de la física
Componente Innovador	Enseñanza de la física en estudiantes de bachillerato en forma lúdica utilizando tecnología.
Asignatura Apoyo	Fundamentos de programación
Visibilidad del proyecto	Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 84/100
Proyecto: Realidad Aumentada aplicada a la reanimación cardiopulmonar	
Ciclo Formación: 2 Dominio de Aplicación: Salud	
Problema Identificado	Gran cantidad de muertes por falla cardíaca pueden ser evitadas si se cuenta con personal capacitado para atender estos eventos
Componente Innovador	Uso de realidad aumentada para capacitar al personal de salud y ciudadanos ante un evento de falla cardíaca.
Asignaturas de Apoyo	Programación Orientada a Objetos II (semestre 3)
Visibilidad del proyecto	Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 82,5/100
Proyecto: Distribución y Control de Ancho de Banda Sistematizado a través del Api de Mikrotik	
Ciclo Formación: 3 Dominio de Aplicación: TIC	
Problema Identificado	Evidente limitación de las áreas de informática de las organizaciones al gestionar el recurso de ancho de banda de manera física.

Componente Innovador	Solución innovadora para gestionar el ancho de banda de los enlaces de un enrutador de manera dinámica a través de software.
Asignaturas de Apoyo	Gestión de proyectos informáticos
Visibilidad del proyecto	Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 98.5/100. Seleccionado para el ENSI de REDCOLSI
Proyecto: Aplicación Móvil Para Diagnóstico Y Seguimiento De Estilo De Vida A Nivel Individual Utilizando Elementos De Internet De Las Cosas	
Ciclo Formación: 4 Dominio de Aplicación: Salud	
Problema Identificado	Apoyo a los esfuerzos de promoción de un estilo de vida saludable dentro de la comunidad académica considerando el estado de contaminación del aire y las condiciones del individuo.
Componente Innovador	Guía personal para actividad física y descanso utilizando manilla personal para monitorear el nivel de actividad y sistema de sensores para monitorear la calidad del aire.
Asignaturas de Apoyo	Proyecto de grado I, II
Visibilidad del proyecto	Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 91/100 Seleccionado para el ENSI de REDCOLSI
Proyecto: Arquitectura IoT para la optimizar la frecuencia de las rutas de buses en la ciudad de Medellín	
Ciclo Formación: 4 Dominio de Aplicación: Ciudades Inteligentes	
Problema Identificado	El acelerado crecimiento de las ciudades genera un alto tráfico en el transporte que debe ser gestionado para garantizar una mejor prestación del servicio.
Componente Innovador	Hacer monitoreo de las rutas de buses a través datos recibidos por sensores que son almacenados en la nube.
Asignaturas de Apoyo	Análisis de datos (semestre 9,10)
Visibilidad del proyecto	Finalista en el evento Expotech 2018. Tercer puesto en el evento Challenge #bluecode2018 de IBM

Fuente: elaboración propia con base en experiencia de la facultad de ingeniería de la UNAC.

Discusión

El trabajo presentado por (Carmona-Garcés IC & Hernández-Castro D., 2017) muestra que es posible el fortalecimiento de programas de pregrado a través de la integración de la docencia, la investigación y la extensión, tal como en este trabajo se ha presentado que a través de los semilleros de investigación del programa es posible dicha articulación; mientras que el trabajo en referencia se enfocó en recopilar las percepción de los participantes e identificar sus motivaciones, dificultades y aprendizajes, este trabajo presenta como evidencia versiones preliminares de los producto

tecnológicos desarrollados enfatizando el aspecto de innovación.

La competencia de investigación es reconocida como una competencia compleja: Estrada y Molina (2014) realizan un abordaje teórico de la competencia de investigación, agrupando los referentes analizados en 5 enfoques; si bien este trabajo tiene un abordaje práctico, se concluye que el enfoque teórico que mejor lo representa, es el propuesto por Tobón (2008, citado por Estrada y Molina), en el que se destacan seis aspectos fundamentales: procesos, complejidad, desempeño, idoneidad, metacognición y ética.

El mapa de las competencias de investigación, creatividad e innovación presentado en esta propuesta, surge del análisis de algunos referentes como el trabajo colaborativo realizado por docentes de diferentes disciplinas en la Universidad de Barcelona (Masmitjà, J. A., Irurita, A. A., Trenchs, M. A., Miró, M. B., Marín, A. C., Busquets, M. C., & Ruiz, 2013), la propuesta de competencias de investigación que surgen de forma inductiva en el trabajo de (Tovar et al., 2008) y la propuesta de competencias para Latinoamérica que define el proyecto Tuning (Palma et al., 2011).

Para abordar el desarrollo de competencias complejas, éstas se estructuran a través de niveles de dominio y dentro de cada nivel de dominio se definen indicadores de desempeño (Fernández, 2010). Los niveles de dominio de la competencia, dan cuenta del proceso progresivo como la competencia va siendo formada. El trabajo de Tovar et.al (2008) propone una estrategia pedagógica desde el inicio del pregrado para fortalecer el desarrollo progresivo de la competencia investigativa. Las siguientes son algunas de similitudes de esta propuesta con dicho trabajo: Tanto el programa de formación y proyección de los semilleros, como el componente investigativo de la propuesta curricular por ciclos de formación, parten del mismo principio de “aprender a investigar, investigando” y de los principios de aprendizaje basado en problemas, fundamentado en el aprendizaje por descubrimiento de Vigostky y

Bruner; ambos trabajos reconocen la naturaleza iterativa e incremental de la manera como se va desarrollando la compleja competencia de investigación desde zonas de desarrollo próximo inicial, hacia zonas de desarrollo más avanzados, según Vigostky; buena parte de las didácticas presentadas en dicho trabajo, también son consideradas y articuladas en este trabajo.

Algunas de las diferencias de este trabajo con respecto al trabajo de Tovar et.al (2008) son las siguientes: Mientras que la visión progresiva de desarrollo de la competencia de investigación en el trabajo en referencia se concreta en las fases que sigue un proyecto de semillero, podría decirse que este trabajo presenta una visión holística del desarrollo progresivo de las competencias a través de los ciclos de formación a lo largo de todo el pregrado. En cada uno de los ciclos se enfatiza una estrategia investigativa diferenciadora: la investigación lúdica en el primer ciclo, la investigación por descubrimiento en el segundo ciclo, la investigación con creatividad e innovación para resolver situaciones de su entorno próximo en el tercer ciclo y la investigación con creatividad e innovación para resolver situaciones que trascienden su entorno próximo, en el cuarto ciclo.

La visión de integración de la creatividad en la formación de la ingeniería propuesta por Cropley (2016), representa un referente valioso para avanzar en el reto de hacer operativa la presente propuesta, considerando los cuatro componentes básicos: La persona, el producto, el proceso y el contexto, que a su vez representan cuatro interrogantes: ¿Quiénes son los creadores? ¿Qué se va a crear? ¿Cómo se va a crear? ¿Dónde ocurre la creatividad?, respectivamente.

La estructura de fases que propone el modelo PIPE (Sun, 2012) en la que se parte de descubrir el problema, generar la ideas, generar el producto y la definir la idea de negocio, es también un referente importante para

orientar la estrategia de creatividad a dos niveles: a nivel de los ciclos de formación y a nivel de proyecto de semillero en un semestre particular; asimismo, el enfoque de diseño del pensamiento (Wrigley & Straker, 2017) puede ser progresivamente articulado como estrategia de creación colaborativa.

Buena parte del éxito en la implementación de esta propuesta se conseguirá en la medida en que se puedan integrar, de forma intencionada y estratégica, en los diversos ambientes de aprendizaje del programa (proyecto integrador, semilleros de investigación, aula de clase, LFI) los abordajes disruptivo y convergente que exige el reto complejo de investigar, crear, innovar y hacer ingeniería, aplicando nuevas tecnologías para la solución de problemas en la industria y la sociedad (Arboleda Mazo & Orozco Carvajal, 2017).

CONCLUSIONES

La investigación en la UNAC, sigue un enfoque combinado en el que se articula la formación investigativa a través de los espacios curriculares definidos como un distintivo institucional ("aprender a investigar") y la investigación formativa a través de las actividades prácticas dentro del aula de clase ("aprender investigando"). Si bien los referentes reconocen una diferenciación entre estas dos aproximaciones, la propuesta presentada en este trabajo, busca integrarlas de forma adecuada con el propósito de fortalecer el proceso educativo, tal como lo afirma (Valencia et al., 2015) "la integración de estas dos dimensiones otorga valor y reconocimiento a las Instituciones de Educación Superior (IES)".

Entre los retos abiertos que se tienen para hacer realidad esta propuesta se pueden mencionar los siguientes:

Avanzar hacia un enfoque de evaluación de las capacidades investigativas y de creatividad e innovación, siguiendo un enfoque de competencias, en escenarios complejos como los proyectos integradores y los semilleros de investigación. Para tal propósito se hace necesario apropiarse de estrategias como las rúbricas, que ha demostrado ser una estrategia adecuada a la naturaleza compleja del desarrollo de las competencias transversales, en las que se incluyen aspectos de autoevaluación, autonomía y autorregulación del estudiante (Martínez-figueira & Vigo, 2013) y evolucionando hacia enfoques integrales de las rúbricas conocidas como rúbricas socio-formativas (Hernández-Mosqueda et al., 2016).

Realizar la divulgación, discusión y refinamiento del mapa de competencias con el cuerpo de docentes de programa, de tal manera que se genere una sinergia positiva en la que el docente reconozca y dinamice sus espacios formativos como escenarios de “aprender investigando” (Niño Manrique et al., 2020).

El fortalecimiento de la creatividad e innovación dentro del programa y atendiendo a la meta de formar profesionales como agentes de cambio (Orozco Carvajal & Arboleda Mazo, 2018), necesariamente implica continuar fortaleciendo el vínculo con el sector empresarial a través de proyectos conjuntos. El trabajo de (Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, 2012), es un buen referente con respecto al enfoque metodológico que puede seguir este tipo de proyectos utilizando el ciclo de mejora continua.

A medida que se avanza en el refinamiento e implementación de esta propuesta, es también importante evaluar el aspecto motivacional tanto de estudiantes como de docentes (Anaya Hernández et al., 2020), buscando que los espacios donde se promueve la investigación, cualquiera que sea su naturaleza, sean espacios agradables para sus participantes, de seguridad y solidaridad (Saavedra-Cantor et al., 2015); se espera que

la estrategia de investigación lúdica (Philpott, 2013) pueda contribuir positivamente a mantener la motivación y ganas de investigar de los estudiantes, incluso más allá del primer ciclo de formación.

Finalmente, vale la pena destacar que una verdadera propuesta de fortalecimiento de la investigación en la UNAC, como institución confesional fundamentada en una cosmovisión bíblica cristiana, debe estar cimentada en valores cristianos, reconociendo a su vez que, tal como afirma (Knight, 2016), “los valores cristianos se construyen directamente sobre la perspectiva bíblica de la metafísica y la epistemología”.

REFERENCIAS

- Anaya Hernández, R., Tumino, M. C., Niño Manrique, J. F., Bournissen, J., & Arboleda Mazo, W. H. (2020). Motivación de estudiantes de ingeniería en informática con énfasis en ingeniería de software: un estudio en universidades latinoamericanas * Motivation of Informatics Engineering Students with Emphasis on Software Engineering : a Study in Latin-American. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 19(36), 239–260. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/3016>
- Arboleda Mazo, W. H., & Orozco Carvajal, L. J. (2017). Big Data, herramienta para el desarrollo empresarial. *UNACIENCIA*, 10(19), 85-93. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unacienci/article/view/180>
- Arteaga, I. H., Alvarado Pérez, J. C., & Luna, S. M. (2015). Creatividad e innovación: competencias genéricas o transversales en la formación profesional. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (44), 135–151. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=101332416&lang=es&site=ehost-live>
- Baillie, C. (2006). Creativity in engineering education. *EE2006*, Liverpool, 1957, 340. <http://doi.org/10.4271/560004>
- Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, M. (2012). Using Deming cycle for strengthening cooperation between industry and university in IT engineering education program. *Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 1–4.
- Carmona-Garcés IC, & Hernández-Castro D. (2017). La articulación entre la docencia, la extensión y la investigación, una realidad posible en la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia: sistematización de una experiencia. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 19(1), 67–76. <http://doi.org/10.17533/udea.penh.v19n1a06>
- Dudin, M. N., Frolova, E. E. evna, Gryzunova, N. V., & Shuvalova, E. B. (2014). The deming cycle (PDCA) concept as an efficient tool for continuous

- quality improvement in the agribusiness. *Asian Social Science*, 11(1), 239–246. <http://doi.org/10.5539/ass.v11n1p239>
- Estrada-Molina, O. (2014). Sistematización teórica sobre la competencia investigativa. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 177–194. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-2.9>
- Fernández, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11–34. <http://doi.org/10.4995/redu.2010.6216>
- González, E. (2006). La investigación formativa como una posibilidad para articular las funciones universitarias de la investigación, la extensión y la docencia. *Educación Y Pedagogía*, 18(46), 101–109. Retrieved from <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=5df9764f-9b08-2689-73e1-de7b847ca315&documentId=899c510a-60e4-3e64-bebb-ecbf004090db>
- Hernández-Mosqueda, J. S., Tobón, S., & Guerrero-Rosas, G. (2016). Hacia una evaluación integral del desempeño: las rúbricas socioformativas. *Ra Ximhai*, 12(6), 359–376. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194025>
- Investigativas, M. (1998). *Acercamiento a la Formación Investigativa Y a La Investigación Formativa*.
- Knight, G. (2016). *Educating for Eternity*. Berrien Springs: Andrews University Press.
- Martínez-figueira, E., & Vigo, U. De. (2013). La rúbrica como instrumento para la autoevaluación: un estudio piloto. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(2), 373–390.
- Masmitjà, J. A., Irurita, A. A., Trenchs, M. A., Miró, M. B., Marín, A. C., Busquets, M. C., ... & Ruiz, L. M. (2013). Rúbricas para la evaluación de competencias. *Cuaderno de Docencia Universitaria* 2b, 1–70.
- Niño Manrique, J. F., Arboleda Mazo, W. H., & Anaya Hernández, R. (2020). Fortaleciendo la Formación Integral de Ingenieros de Sistemas a Través de Proyecto Integrador. *Encuentro Internacional de Educación*

- En Ingeniería ACOFI 2020 EIEI, 1–9. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/738>
- Orozco Carvajal, L. J., & Arboleda Mazo, W. H. (2018). Desarrollo sostenible y responsabilidad social empresarial (RSE): un panorama integrador desde lo ambiental, social, tecnológico y económico. UNACIENCIA, 11(20), 22-26. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unaciencia/article/view/184>
- Orozco Carvajal, L. J., & Arboleda Mazo, W. H. (2019). Oportunidades y desafíos: una mirada holística a las iniciativas y proyectos en curso para ciudades inteligentes en Colombia y Medellín. UNACIENCIA, 12(22), 53-65. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unaciencia/article/view/207>
- Palma, M., Ríos, I. de los, & Miñán, E. (2011). Competencias Genericas En Ingeniería: Un Estudio Comparado En El Contexto Internacional. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Huesca, 6-8 de Julio de 2011, 15(0), 576–585. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.144>
- Philpott, R. (2013). Engineering opportunities for originality and invention: the importance of playful making as developmental method in practice-led design research. *Studies in Material Thinking*, 09, 1–16. Retrieved from <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/12955>
- Ramírez, J. L. R. (2010). Investigación lúdica y aplicada Experiencia de una práctica antropológica y pedagógica. *Zona Próxima*, Universidad Del Norte, Colombia, 12, 62–75.
- Saavedra-Cantor, C. J., Muñoz-Sánchez, A. I., Antolínez-Figueroa, C., Rubiano-Mesa, Y. L., & Puerto-Guerrero, A. H. (2015). Semilleros de investigación: desarrollos y desafíos para la formación en pregrado. *Educación Y Educadores*, 18(3), 391–497. <http://doi.org/10.5294/edu.2015.18.3.2>
- Sun, H. (2012). The PIPE model for teaching creativity, innovation and entrepreneurship. 1st IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2012, (January 2012), T1B6–T1B9. <http://doi.org/10.1109/TALE.2012.6360369>

- Taylor, M. J., McNicholas, C., Nicolay, C., Darzi, A., Bell, D., & Reed, J. E. (2014). Systematic review of the application of the plan-do-study-act method to improve quality in healthcare. *BMJ Quality and Safety*, 23(4), 290–298. <http://doi.org/10.1136/bmjqs-2013-001862>
- Tovar, C. T., Benítez, L. T., & Ortiz, Á. V. (2008). Pedagogía para el desarrollo de competencias investigativas en los semilleros de investigación desde el inicio del pregrado. *Revista Educación En Ingeniería*, 3(6), 38–49. <http://doi.org/10.26507/REI.V3N6.61>
- Valencia, J., Macias, J., & Valencia, A. (2015). Formative Research in Higher Education: Some Reflections. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176(February), 940–945. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.562>
- Villalba Cuéllar, J. C., & González Serrano, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Revista Prolegómenos*, 20(39), 9–10.
- Wrigley, C., & Straker, K. (2017). Design Thinking pedagogy: the Educational Design Ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 374–385. <http://doi.org/10.1080/14703297.2015.1108214>