

---

# Investigación del programa académico: elementos prácticos para su formulación

---

Ricardo Ceballos Garzón  
Royer Yesid Gutiérrez Quecano

**Resumen:** La condición de investigación está relacionada con el fortalecimiento de las competencias adquiridas en cada uno de los ciclos de formación; en un ambiente que toma como referente las tendencias en las disciplinas y su aplicación en diferentes contextos; con miras a promover el desarrollo e implementación de estrategias y herramientas que lleven a procesos de innovación en la técnica. De acuerdo con lo anterior, se presentan algunos de los aspectos más importantes sobre la investigación del programa y la forma en la que se estructura tal condición en el documento maestro presentado ante el Ministerio de Educación Nacional; con miras a la renovación del registro calificado para los programas de Técnica Profesional en Instalación y Mantenimiento de Redes de Telecomunicaciones, Tecnología en Gestión de Redes de Telecomunicaciones e Ingeniería en Telecomunicaciones.

**Palabras clave:** investigación; programa; registro; ingeniería; telecomunicaciones.

## Reglamentación

Para la Fundación Universitaria San Mateo (FUSM) la función institucional desde la investigación se define como:

Una actividad esencial del ser humano, consistente en la continua reflexión, sistematización, aprendizaje y enseñanza sistemática del proceso de ampliación y validación del cuerpo de conocimientos propios de la cultura nacional y global, en procura de la resolución de interrogantes o vacíos existentes en dicho conocimiento; hace parte del quehacer institucional como tarea inherente al funcionamiento institucional en pro de la generación de conocimientos y soluciones para los problemas sociales, empresariales e industriales de la comunidad.

Se constituye como elemento fundamental que atraviesa todas las actividades académicas; su misión es promover, diseñar, desarrollar e implementar estrategias, como también herramientas de apoyo y proyectos que conlleven a la innovación tecnológica; concebida esta como sistema que privilegia los trabajos investigativos de carácter aplicado y los procesos formativos desde, en y para la investigación. [1]

La investigación en la FUSM se relaciona con el proceso de formación académica; involucra en el estudiante el fortalecimiento de las competencias adquiridas en cada uno de los ciclos propedéuticos. Es un proceso tecnológico, de desarrollo social, innovación y empresarialidad, rodeado de un ambiente con contenidos y procesos dentro de un contexto de políticas nacionales e internacionales; de acuerdo con las tendencias en las diferentes disciplinas que permitan ser reflejadas en un Proyecto Educativo Institucional (PEI). El PEI se basa en políticas de investigación, mediante planes de desarrollo que promueven actividades educativas-formativas e investigativas evidenciadas de la siguiente forma:

[...] Enfoque aplicado, que se manifiesta en los procesos formativos desde, en y para la investigación, orientada como actividad educativa fundamental que atraviesa todas las labores académicas y promueve el diseño, desarrollo e implementación de estrategias alternativas y herramientas de apoyo que conllevan a la innovación tecnológica y científica. [2]

Desde un proceso transversal, en el que participan docentes y estudiantes, se desarrollan experiencias de investigación; permiten a la comunidad académica conocer los propósitos de una proyección social, mediante la promoción de un espíritu investigador encaminado a la formación profesional de sus egresados.

A partir de un trabajo integral elaborado entre la vicerrectoría académica, el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDTEC) y la integración del comité focal de la facultad de ingenierías y afines, se quiere consolidar la participación de la comunidad académica dentro de los procesos investigativos en cada uno de los programas.

Las condiciones de programa deben garantizar la reflexión en torno a la impronta institucional en sus futuros egresados y sus valores diferenciales como profesionales de un área de conocimiento ante la sociedad. De allí que la formulación de la condición de investigación resulta fundamental para el fortalecimiento de las competencias en los estudiantes en cada uno de los ciclos propedéuticos dispuestos por la institución.



**Figura 1.** Sistema de investigación de la FUSM, equipo de trabajo de la FUSM.

De forma condensada, en la figura 1 está la estructura en la cual se concibe el proceso de investigación en la FUSM, teniendo como columna vertebral las líneas institucionales de investigación. Tal como se establece en el PEI, está orientada por las siguientes políticas:

- Consolidar la producción y el resultado de procesos de investigación mediante la cualificación del talento humano, el fomento de estímulos y distinciones para los participantes en proyectos de investigación, ayudantías y trabajos de grado.
- Generar impacto en la comunidad educativa (y la sociedad en general) a partir de la transferencia de los resultados de investigación; su articulación con las problemáticas del entorno (estado, sector productivo y universidad); la divulgación y el vínculo de la investigación formativa con los grupos y líneas de investigación institucional.

- Promover la eficiencia y sostenibilidad del sistema institucional de investigación a través de la evaluación, seguimiento y monitoreo de planes, programas y proyectos, así como la búsqueda de apoyos técnicos, tecnológicos y financieros.
- Promoción de la cultura institucional de investigación, innovación y emprendimiento mediante acciones de sensibilización, formativas e intercambio de experiencias. Aquellas que impulsen iniciativas que generen un ambiente propicio para la investigación, la innovación y el emprendimiento en toda la comunidad académica [3].

Por la naturaleza, el programa de formación por ciclos secuenciales y complementarios (propedéuticos) prioriza un enfoque de investigación aplicada. Se manifiesta en los procesos de investigación formativa, y en los productos generados a partir de los proyectos de investigación institucional liderados por docentes investigadores integrantes del grupo.

La organización es determinada a partir de grupos de investigación interdisciplinarios, liderados principalmente por un programa de formación con sus docentes investigadores. Para los programas de técnica profesional en instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones, tecnología en gestión de redes de telecomunicaciones e ingeniería en telecomunicaciones; el grupo asociado se denomina “Gestión y desarrollo de soluciones tecnológicas de ingeniería para las organizaciones”. Es liderado por el ingeniero Richar Alberto Rangel Martínez y la categorización está en C según el ranking de Colciencias.

El grupo de investigación mantiene un banco de proyectos actualizado semestralmente, resultado de las propuestas realizadas por los docentes del programa. Estas son evaluadas y validadas por el comité focal de investigación en términos de la pertinencia, en relación con las líneas ya establecidas de productos finales validados por Colciencias para la categorización del grupo.

Los proyectos aprobados por el comité focal de investigación permiten la oferta a los estudiantes interesados en participar como ayudantes de investigación cada semestre, mediante la modalidad de convocatoria. Los estudiantes ayudantes de investigación son seleccionados y asignados a los proyectos de investigación por el comité, según los criterios de excelencia académica, entre estos, su promedio académico y participación en semilleros de investigación.

Por otro lado, la FUSM cuenta con los siguientes organismos a nivel institucional para apoyar la gestión del sistema institucional de investigación:

- Comité de investigaciones (comité institucional de investigación): organismo encargado de orientar la investigación de la institución de acuerdo con las políticas establecidas en el PEI. Controla el avance del plan de desarrollo institucional en cuanto a los programas de investigación.

A su vez, emite el concepto final sobre la viabilidad técnica, operativa y financiera de los proyectos de investigación aprobados por los comités focales de investigación. El comité está conformado por la vicerrectoría académica, los decanos de facultad, líderes investigadores y un representante de los semilleros de investigación.

- Comité de ética: órgano consultor y asesor del consejo académico, se ocupa de velar por la aplicación del régimen de propiedad intelectual de la FUSM y emitir concepto sobre las controversias que surjan en su aplicación. Los miembros del comité de ética son los mismos del comité institucional de investigación y un representante del departamento jurídico.
- Centro de Desarrollo Tecnológico (CDTEC): unidad académica y administrativa encargada de la dirección, promoción, asesoría, gestión y regulación de los diferentes componentes del sistema institucional de la investigación de la FUSM.

### Áreas de investigación

Las áreas de investigación aportan al grupo de investigación a través de proyectos de investigación institucional en forma de ayudantías o trabajos de grado, además de propuestas que surgen desde los semilleros. A continuación, se presentan las áreas de investigación:

- Control de congestión en redes de datos: el control de congestión tiene como finalidad estudiar y analizar las técnicas, algoritmos y protocolos en las redes de comunicaciones para hacer frente a los cuellos de botellas o congestión en las diferentes estructuras de estas redes de comunicación. Se basan en la comprensión de la teoría de colas, pero se necesitan nuevos mecanismos que ayuden al diseño de nuevos protocolos para la capa 4 del modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) o para reestructurar los protocolos actuales [4], [5].
- Comunicaciones satelitales: las comunicaciones satelitales son el medio por el cual se da cobertura a todo un territorio. Para el caso de Colombia, se pueden ofrecer servicios de telecomunicaciones a todos los habitantes sin importar su posición geográfica. De manera que es una necesidad investigar sobre la optimización de esta tecnología de comunicaciones para ofertar con una calidad de servicio adecuada, servicios de voz, datos y video en las partes más alejas de la geografía nacional. Por otro lado, los canales satelitales sirven como respaldo a las redes terrestres de fibra óptica y de este modo una disponibilidad cercana al 100% [6].
- Procesamiento digital de señales (PDS): tienen gran relevancia en las telecomunicaciones. Tiene un tratamiento de las señales y los canales inalámbricos para diseñar y analizar sistemas de transmisión y recepción

con prestaciones superiores en la calidad de servicio. Por otro lado, para la adecuación de dispositivos al internet de las cosas, se debe saber cómo hacer adecuación de las señales para que funcionen adecuadamente en un ambiente de interconectividad total [7].

- Robótica y comunicaciones: la automatización es un área de gran relevancia, ofrece servicios con tiempos de respuesta muy reducidos; además, las tareas repetitivas se dan a dispositivos que tengan capacidad de funcionamiento continuo. La fusión con la disponibilidad de comunicaciones y accesos remotos evidencian que las aplicaciones a diseñar tienen un espectro de alto impacto. Es pertinente estudiar las interfaces a fusionar con los modelos o prototipos robóticos que solucionen problemas en la industria, academia e investigación [8].
- Antenas y propagación: en un sistema de telecomunicaciones es importante contar con dispositivos que generen la ganancia adecuada para enviar los mensajes por el espectro electromagnético. Un sistema también debe relacionar técnicas de modulación, ya sea analógico o digital. Para los nuevos retos que se avecinan con la implementación de las redes de 5G hay que estudiar, analizar y diseñar sistemas de telecomunicaciones que integre este tipo de redes, además de las redes actuales de segunda, tercera y cuarta generación; también desarrollar técnicas de modulación adaptativa, señalización de ultra banda ancha y antenas MIMO. Esto permitirá obtener los requerimientos necesarios para la consecución de sistemas de altas prestaciones [9].
- Ingeniería y educación: es una de las formas para divulgar y ofrecer el conocimiento de las ciencias es a través de la educación. Existen diferentes áreas de importancia en la concepción del funcionamiento actual del mundo. De tal manera, se necesita de un espacio para dar a conocer los mecanismos y llevar a los estudiantes de ingeniería las herramientas utilizadas en la enseñanza de las ciencias básicas; así como las ventajas de accionar dichos métodos que generan la sinergia elemental para cumplir metas y llevar proyectos en la industria, academia e investigación a un feliz término [10].

Subyacente a las áreas previamente mencionadas, se encuentran las líneas de investigación. Estas son:

### **Configuración y desarrollo de redes.**

- Objetivo de la línea: ejecutar investigaciones orientadas a servidores gestión de redes.
- Logros de la línea: se han desarrollado proyectos orientados a la simulación de redes de datos, se crea una metodología para desarrollar simulaciones

[11]. Así mismo, se realiza la instalación de simuladores como ns-2 y ns-3. Cuenta con productos en eventos académicos, los cuales han sido publicados en revistas indexadas.

- Efectos de la línea: es la configuración de escenarios de simulación, se han consolidado proyectos orientados al estudio de redes inalámbricas de varios tipos; hacen aportes a asignaturas del programa por medio de proyectos de simulación.

### **Redes Ad-hoc.**

- Objetivo: desarrollar proyectos orientados a las redes abiertas, con el fin de proponer el diseño de soluciones a problemas complejos de conectividad, en ambientes rurales y urbanos.
- Logros de la línea: se desarrollan estrategias para generación de simulaciones que encierren los escenarios descritos por redes Ad-hoc [12]. Se ha generado una metodología de análisis, en donde se plantea un problema, se diseña un modelo y se valida con una simulación.
- Efectos de la línea: consolidación de proyectos orientados a las aplicaciones de redes Ad-hoc como redes VANET y cuáles son los efectos para la implementación de sistemas en el internet de las cosas.

### **Control de congestión.**

- Objetivo: ejecutar investigaciones orientadas al desempeño de los protocolos de la capa de transporte en redes inalámbricas con el fin de generar estrategias que no degraden en la calidad deservicio.
- Logros de la línea: se desarrollan estudios sobre la congestión en redes VANET, en donde se evidencia que una de las estrategias es hacer un control en las tasas de transferencia [13]. Así, se verifica el uso de otras herramientas para mejorar las condiciones de las redes de comunicaciones.
- Efectos de la línea: generación de una actitud crítica sobre el funcionamiento de los protocolos de la capa de transporte TC UDP, en donde la variación de las condiciones del protocolo sirva para mejorar el diseño de nuevas redes de telecomunicaciones.

En relación con los núcleos problemáticos, la estructura de cada uno de ellos se resume a continuación. Para la línea “Configuración y desarrollo de redes”:

- Simulación de redes de datos: la simulación es una herramienta que permite evaluar el desempeño de un escenario antes de realizar los montajes de dispositivos y redes. Se adecúan condiciones extremas que analicen el desempeño de la red.
- Opta por la utilización de simuladores libres, flexibles para las condiciones de los problemas planteados [14].
- Calidad de servicio en redes de datos: corresponde una de las métricas de mayor impacto para saber si las redes prestan de manera adecuada los servicios; por su parte, la calidad de servicio se obtiene en diferentes aspectos. Es importante conocer cuáles son las condiciones iniciales de las redes y las necesidades de los usuarios, donde se definan funciones cuantitativas para generar estrategias de calidad en las redes de telecomunicaciones [15].
- Nuevas regulaciones en redes de comunicaciones: con los nuevos retos que se avecinan en el despliegue de nuevas redes celulares como la quinta generación y el internet de las cosas; es obligatorio tener un marco regulatorio que integre las tecnologías en el ambiente actual en el país y la región [16].
- Redes de telefonía celular: estas redes son el soporte de las nuevas tecnologías como 5G y el internet de las cosas. Es preciso generar estrategias para mejorar la capacidad y cobertura con una calidad de servicio adecuada a los requerimientos de los usuarios finales [17].

Por su parte, para la línea de “Redes Ad-hoc”:

- Sistemas embebidos para comunicaciones inalámbricas: uno de los aspectos cruciales en las redes Ad-hoc son los dispositivos que deben tener interfaces de telecomunicaciones para conectarse. Para saber cómo es el comportamiento de estas interfaces se necesitan equipos que alteren sus características tanto físicas como lógicas, buscando siempre las mejores configuraciones para el despliegue de redes Ad-hoc [18].
- Redes de sensores: estas redes son una aplicación de las redes Ad-hoc. Sus aplicaciones en diferentes contextos como redes VANET y ciudades inteligentes hacen de las redes de sensores un nicho de investigación. Entonces, es elemental el desarrollo de técnicas y estrategias para poner en producción este tipo de redes y estudiar su desempeño para garantizar una buena calidad de servicio [19].
- Enrutamiento en redes Ad-hoc: es uno de los aspectos más cruciales en el funcionamiento de las redes Ad-hoc. Los protocolos de enrutamientos deben ser estudiados, probados y cambiados, con el objetivo de mejorar la calidad de servicio y la disponibilidad de las redes en un ambiente de producción [20].



- Control de potencia en redes Ad-hoc: un aspecto clave es la potencia en los dispositivos que hacen parte de una red ad-hoc. Es crucial estudiar y analizar los protocolos sobre la forma de hacer la distribución de potencias en estos dispositivos y diferentes funciones (como TX y RX). Asimismo, generar estrategias que adecúen los consumos de potencia para dichos dispositivos [21].

Ahora bien, para la línea de “Control de congestión”:

- Teoría de colas: proporciona las herramientas fundamentales para el estudio de los protocolos de control de congestión en los modelos de referencias OSI y TCP-IP. Sin embargo, es necesario generar técnicas que optimicen el manejo del tamaño de las colas que alivien la congestión en las diferentes redes de datos [22].
- Manejo del protocolo TCP: este protocolo de capa 4 tiene la función del control de ventana, se necesita analizar el comportamiento de las diferentes formas de operación de esta ventana, para mejorar tiempo de espera en las transmisiones de redes fijas e inalámbricas [23].
- Cross Layering: esta técnica surge de las interacciones que surgen en los elementos de las redes de datos. Su enfoque es que no considera la forma de funcionamiento de los elementos de la red en forma vertical; en cambio, se requiere un conocimiento global de todas las operaciones que suceden en los TX y RX. Las técnicas de optimización utilizadas en FAST TCP (una tecnología de consumo) son de vital importancia para generar estudios sobre el Cross Layering [24].

### Formación investigativa de estudiantes

La FUSM toma como referencia la Ley 749 de 2002, con miras a establecer elementos de competencia en la construcción del saber investigativo. En el primer artículo manifiesta:

(...) Instituciones técnicas profesionales. Son instituciones de Educación Superior, que se caracterizan por su vocación e identidad manifiesta en los campos de los conocimientos y el trabajo en actividades de carácter técnico, debidamente fundamentadas en la naturaleza de un saber, cuya formación debe garantizar la interacción de lo intelectual con lo instrumental lo operacional y el saber técnico<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ley 749 de julio 19 de 2002, por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica y se dictan otras disposiciones.

Estas instituciones podrán ofrecer y desarrollar programas de formación hasta nivel profesional, solo por ciclos propedéuticos en las áreas de ingeniería, tecnología de la información y administración, siempre que se deriven de los programas de formación técnica profesional y tecnológica que ofrezcan, cumpliendo con los requisitos señalados por la ley<sup>1</sup>.

Además, la interpretación de la política “Marco de Investigación, Ciencia, Tecnología e Innovación” en el sector educativo de la educación superior sugiere que:

(...) tiene como punto de partida lograr que el conceso alrededor de la concepción del conocimiento sea de bien público, se exprese ampliamente y en toda su potencialidad. Este punto de partida permite que los lineamientos de política pública tengan significado y sentido, en términos del reconocimiento del país de regiones que somos, en pos de la construcción de una nación soberana, libre, moderna, democrática y equitativa [25].

Dentro de la institución, la investigación busca el fortalecimiento de las competencias investigativas de los estudiantes, teniendo en cuenta que se establecen programas orientados en el desarrollo de los ciclos propedéuticos.

### **Nivel técnico.**

Aplica soluciones instrumentales a problemas identificados mediante el uso de diferentes fuentes de información. Además, elabora reportes sobre los procesos realizados y las metodologías aplicadas para mejorar las situaciones que le plantea el contexto. En el nivel técnico se establece la importancia de aplicar sus conocimientos en el desarrollo de instrumentos que recopilen información. Como referencia toma argumentos bibliográficos reconocidos para el aporte de soluciones a problemas planteados.

A partir de la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en las aulas de clase y otros escenarios, el estudiante comienza a relacionarlos con los elementos experienciales desarrollados en sus investigaciones.

### **Nivel tecnológico.**

Define criterios de análisis y comparación de datos para solucionar problemas, aplicando metodologías estándar con informes estructurados para solucionar problemas. En el nivel tecnológico se busca que los estudiantes establezcan comparación entre la recolección de herramientas de datos, así como el desarrollo de herramientas metodológicas enfocadas a dar soluciones. Lo anterior forma parte de los elementos que ayudan a analizar los componentes de formación respecto a los elementos establecidos dentro del campo experiencial, con su campo de formación.

### **Nivel universitario.**

Propone proyectos de investigación para la solución de problemas del contexto, a través de la aplicación interdisciplinar de los saberes de profesión.

A nivel universitario desarrolla elementos de contraste que ayuden a los profesionales a realizar una descripción del conflicto a analizar. Lo evidencia desde diferentes argumentos que ayuden a establecer una posible solución, mediante la interacción del conocimiento con los elementos desenvueltos en cada una de las áreas de la realidad. Con estas características definidas por los estudiantes se procede a la ejecución del plan, que demuestre el análisis realizado de los procesos de indagación.

Dentro del plan de estudios, en el área de formación básica el programa adopta el componente de formación investigativa; inicia con la asignatura “Metodología de estudio” en primer semestre. Esta amplía competencias básicas en comprensión lectora, elaboración de textos y consultas bibliográficas; asimismo, resalta la importancia de aquello relacionado con los fundamentos, los conceptos, las ideas y los principios de la actividad académica. Lo anterior es fundamental en la formación profesional de cualquiera de las áreas; es una herramienta imprescindible para la elaboración y puesta en práctica de hábitos de estudio y del diseño de sus propias estrategias de aprendizaje.

En el tercer semestre los estudiantes toman la asignatura “Metodología de la Investigación”. La asignatura trata las competencias necesarias para desarrollar procesos de investigación; lleva a cabo la observación directa o indirecta de un problema desde la capacidad de análisis, síntesis, creatividad, desarrollo de posiciones críticas, habilidades para el manejo de la información y argumentación, usos gráficos etc. En este sentido, realizan actividades como composición de textos, manejo de normas técnicas para la elaboración de trabajos y desarrollo de competencias en lectura y escritura.

En el nivel tecnológico, específicamente en el sexto semestre, los estudiantes toman la asignatura “Metodología de la investigación aplicada”. Allí se fomenta la capacidad de aplicar técnicas de investigación para el mejoramiento en la presentación de sus trabajos escritos y demás actividades relacionadas. A partir de los elementos teóricos vistos en el curso el estudiante identificará los diferentes enfoques metodológicos y técnicas de investigación en el área de la ingeniería.

En el nivel universitario toman la asignatura “Seminario de investigación”. Esta expone habilidades para el planteamiento concreto de los elementos necesarios para desarrollar un proceso investigativo. Lo anterior, por medio de la elaboración de un plan de trabajo teórico y metodológico que garantice el cumplimiento de los objetivos trazados y la presentación de productos finales en diferentes niveles. El nivel universitario se concluye con la opción de grado en décimo semestre en la cual el estudiante puede optar por alguna de las siguientes modalidades:

- Ayudantía de investigación: esta actividad consiste en participar en una investigación de carácter institucional bajo la dirección de un docente investigador. El objetivo de tal proceso es la formación del estudiante en cuanto a la consolidación de productos de investigación tales como artículos científicos, posters, capítulos de libro y ponencias en eventos académicos.
- Trabajo de grado: es la opción en la cual el estudiante presenta una propuesta de investigación desde su área disciplinar y la desarrolla bajo el acompañamiento y direccionamiento de un tutor (docente investigador) disciplinar. Además, cuenta con el acompañamiento del CDTEC en lo correspondiente a la parte metodológica. Así, al finalizar la elaboración del documento el estudiante presenta de forma pública los resultados de su monografía, siendo evaluado por los jurados asignados y el tutor.
- Seminario de grado: consiste en la programación de un ciclo presencial en torno a una temática específica afín al programa, y enmarcada en las líneas de investigación institucional y/o específica. Su propósito es la actualización y/o perfeccionamiento disciplinar, sin abandonar las estrategias metodológicas, que lleven al participante a un proceso de formación para la resolución de problemas del contexto.

El alcance en los procesos de investigación está relacionado con la elaboración de productos finales como artículos científicos de divulgación, posters, capítulos de libro a publicar en revistas, presentados en eventos académico-científicos; además de monografías, trabajos de grado de pregrado e informes técnicos finales.

Los proyectos son divididos en fases que buscan objetivos parciales pero que garanticen la consecución del objetivo general de cada investigación. La labor de los estudiantes en las ayudantías es apoyar a los docentes investigadores en la realización del proyecto de investigación. En tareas específicas como levantamiento de información para realizar estados del arte y simulaciones según los parámetros; elaborar montajes o maquetas que desarrollen montajes experimentales; asimismo, ejecutar cálculos teóricos o una combinación. Dichos aportes conducen a la obtención de material para artículos publicables en revistas indexadas, presentaciones en congresos, y demás actividades de carácter académico e investigativo.

### **Organización del trabajo investigativo**

En [1] se proponen cuatro (4) programas para desplegar las políticas en investigación propuestas en el PEI, y el logro de las metas de desarrollo propuestas. El plan de desarrollo de investigación para el programa, articulado con el plan de desarrollo institucional, en el componente de investigación es el siguiente:

### **Plan para el desarrollo de la investigación.**

En la actualidad, están implementando acciones relacionadas con la búsqueda de la recategorización del grupo de investigación en Colciencias. En este sentido, se ha motivado la participación de los docentes en el proceso investigativo. La idea es incrementar el número de productos relacionados, con docentes de alto nivel, que promuevan una producción investigativa de calidad.

La FUSM, desde las estrategias de compromiso social, relacionadas con la inclusión, para el programa de ingeniería de sistemas busca ejecutar proyectos de investigación que interactúen con los diferentes integrantes de la comunidad educativa y del contexto de la institución. Por consiguiente, la idea es que los proyectos generen algún impacto sobre la comunidad en general; la transferencia de resultados deberá ser socializada en encuentros de investigación, jornadas de investigación en la facultad de ingenierías y afines, congresos o eventos académicos relacionados.

En términos del impacto generado por dichas investigaciones se ha incentivado el trabajo de los semilleros como estrategia para la consolidación de un trabajo investigativo ordenado y metódico. Debe cumplir con los requerimientos de alta calidad exigidos, además de tener trascendencia en el tiempo e incorporar el componente de emprendimiento (característico de organizaciones competitivas) que valore la creación de ideas innovadoras que permitan el desarrollo de proyectos de alta calidad.

Con miras a consolidar la investigación se busca reforzar la producción. En este sentido, el líder de grupo establecerá las acciones que permitan la recategorización, según las directrices de Colciencias [26].

### **Ambiente de investigación.**

Una línea de investigación puede definirse como una perspectiva o prospectiva de trabajo investigativo; existe un eje temático que la va construyendo y sobre el cual se desarrollan proyectos de investigación, ponencias, trabajos de grado y artículos científicos. Lo anterior, basados en un área de interés común (en un primer momento).

En la generación de una cultura investigativa en la FUSM, un elemento principal es la organización.

Se contempla la necesidad de proyectos de orden institucional desarrollados por docentes investigadores que den paso a la conformación de ejes centrales de investigación sobre los cuales se vayan integrando otros docentes y estudiantes que conformen equipos, grupos, comités y centros de investigación. Esto debe llevar a la formación de grupos de semilleros y líneas de investigación vinculados al CDTEC.

Otro de los elementos fundamentales son los temas o líneas y sus fuentes, donde se entiende como línea de investigación al resultado del trabajo progresivo de los investigadores durante un tiempo determinado. Así, se conforman equipos de investigadores que desarrollen la formulación y resolución de problemas de investigación en un campo del conocimiento determinado. Se busca establecer la relación entre los fundamentos teóricos y prácticos otorgados en la academia, siendo parte fundamental en la formación de los estudiantes y los problemas de la sociedad que involucran procesos relacionados con la puesta en práctica del saber técnico, tecnológico o profesional, según sea el caso.

Además, dentro de las estrategias para llevar a cabo la formación para la investigación en la institución se tienen en cuenta, entre otras, involucrar a los estudiantes de los diferentes niveles de formación como auxiliares de investigación para las líneas. Allí deben realizarse proyectos de investigación de mayor alcance donde aprendan a formular problemas de investigación, proyectos, hipótesis, diseño de la metodología más apropiada, recoger, procesar y analizar datos; asimismo, argumentar, inferir y defender posturas con el profesor que investiga. Lo anterior, a partir del análisis de resultados, además de las conclusiones que se puedan desprender del proyecto.

Como resultado de las estrategias, en las líneas de investigación de la FUSM vincula los programas de semilleros de investigadores en el marco de la formación para la investigación como eje fundamental del desarrollo de una cultura investigativa en la institución y para la integración de habilidades y destrezas investigativas en los estudiantes. La FUSM incentiva y fomenta la creación y ejecución de los semilleros de investigación en la facultad de ingeniería y afines, según su relevancia en el proceso investigativo. A continuación, se presenta el proceso de investigación desde los semilleros en la Facultad de Ingeniería de la FUSM.

### **Semilleros de investigación (definición).**

Un semillero se constituye en un espacio de formación y de motivación hacia los estudiantes en cuanto a la investigación. Trasciende el proceso académico formal, disciplinar, así como la adquisición de competencias en investigación. Las propuestas investigativas en los semilleros surgen desde los integrantes y llegan a constituir proyectos guiados por profesores líderes-investigadores (tutores) con cierta experiencia en tales procesos.

La participación de los estudiantes es motivada por sus intereses referentes a la investigación y por su gusto por aprender y conocer.

El tiempo de permanencia de un estudiante en un semillero trasciende en los semestres, en estos semilleros se pueden consolidar monografías o trabajos de grado de pregrado.

El semillero de investigación es un espacio constituido por estudiantes y docentes que demuestran intereses y expectativas en el proceso de investigación. Su finalidad es:

- Incentivar la capacidad crítica, creativa, reflexiva y argumentativa de los estudiantes pertenecientes al semillero; es un espacio de participación en investigación.
- Familiarizar a los estudiantes con los métodos y técnicas en investigación en sus diferentes formas cuantitativas y cualitativas.
- Promover en los estudiantes el trabajo grupal y multidisciplinar. En este sentido los semilleros deben realizar actividades concretas para la obtención de productos finales tales como artículos, informes técnicos, entre otros.

Las actividades y productos generados desde los semilleros de investigación son:

- Lectura, discusión y análisis de artículos científicos, revisión de su estructura, estado del arte, aportes significativos y bibliografía.
- Estudios de caso, análisis de datos, modelado teórico y experimental.
- Participación en seminarios, congresos y eventos académico-científicos.
- Construcción de estados del arte y revisiones bibliográficas en bases de datos.

El objetivo es que las actividades realizadas en los semilleros generen productos finales tales como:

- Formulación, ejecución y planeación de proyectos de investigación.
- Publicación de artículos de divulgación y capítulos de libro.
- Ponencias o posters en eventos académico-científicos.
- Desarrollo de software y aplicaciones.
- Desarrollo de prototipos.

La estructura presentada anteriormente constituye los pilares de la condición de investigación para los programas de técnica profesional en instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones, tecnología en gestión de redes de telecomunicaciones e ingeniería en telecomunicaciones.

Lo anterior, con miras a consolidar el grupo de investigación y con un objetivo claro: el mantenimiento de su categoría o su recategorización.

La ingeniería en telecomunicaciones es una ingeniería dinámica, que necesita de la innovación siendo parte del proceso de investigación generado anteriormente. Se da de forma continua para satisfacer las necesidades que demanda la industria. En ella se desarrollan proyectos relacionados con el diseño, desarrollo y gestión de infraestructura tecnológica aplicada a sistemas de telecomunicaciones. Así, impactando la vida de las personas y las organizaciones en términos de conectividad y seguridad de la información, entre otros aspectos [27] [28].

## Referencias bibliográficas

- [1] Fundación Universitaria San Mateo. (2019). *Plan de Desarrollo Institucional (2018-2021)*. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo. [En línea]. Disponible en <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/plan-de-desarrollo-institucional-2018-2021.pdf>
- [2] Fundación Universitaria San Mateo. (2012). *Estatuto de Investigaciones*. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo. [En línea]. Disponible en <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/estatuto-investigacion.pdf>
- [3] Fundación Universitaria San Mateo. (2018). *Proyecto Educativo Institucional*. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo. [En línea]. Disponible en <https://www.sanmateo.edu.co/documentos/P.E.I-2018.pdf>
- [4] Y. Yi y S. Shakkottai, “Hop-by-hop congestion control over a wireless multi-hop network”. *IEEE/ACM Transactions On Networking*, vol. 15, no 1, pp. 133-144, 2007.
- [5] D. Wischik, C. Raiciu, A. Greenhalgh, y M. Handley, “Design, implementation and evaluation of congestion control for multipath TCP”, en *Conf. Proceedings of the proceedings of the 8th USENIX conference on Networked systems design and implementation 11*, 2011.
- [6] S. K. Sharma, S. Chatzinotas y B. Ottersten, “Cognitive radio techniques for satellite communication systems”, en *IEEE 78th Vehicular Technology Conference (VTC Fall)*, pp. 1-5, 2013.
- [7] W. F. Du, Y. T. Liu, Z. Ming, Z. y Y. X. Sui, “Interference elimination based spectrum allocation algorithm for cognitive radio”, *Journal on Communications*, vol. 33, no. 5, pp. 106-114, 2012.
- [8] S. W. Moon, Y. J. Kim, H. J. Myeong, C. S. Kim, N. J. Cha, y D. H. Kim, “Implementation of smartphone environment remote control and monitoring system for Android operating system-based robot platform”, en *8th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence*, pp. 211-214, 2011.
- [9] G. R. MacCartney, J. Zhang, S. Nie y T. S. Rappaport, “Path loss models for 5G millimeter wave propagation channels in urban microcells”, en *IEEE Global Communications Conference, Exhibition & Industry Forum (GLOBECOM)*, pp. 9-13, 2013.



- [10] L. J. Tirado, J. Estrada, R. Ortiz, H. Solano, D. Alfonso, G. Restrepo, y D. Ortiz, “Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales”, *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 40, pp. 123-139, 2007.
- [11] J. A. Mogollón, J. J. Aguilar, V. Escobar y A. F. Montesino, “Caracterización y simulación del tráfico de redes LAN mediante el modelo MMPP”, *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 42, pp. 7-29, 2007.
- [12] A.M. Orozco, G. Llano y R. Michoud, “Redes vehiculares Ad-hoc: aplicaciones basadas en simulación”, *Ingenium*, vol. 6, no. 12, 2012.
- [13] J. F. Sánchez y L. A. Cobo, “Theoretical model of congestion control in VANET networks”, en *Conf. IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, pp. 1-6, 2014.
- [14] J. F. Sánchez Cifuentes, “Modelo de Control de Congestión para Redes IP de área Local”, tesis doctoral, Univ. Nacional de Colombia, 2006.
- [15] J. F. Cifuentes y M. M. Chaves, *Análisis de series de tiempo con métodos econométricos para el control de congestión en redes de telecomunicaciones*, Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo, 2018.
- [16] P. E. Fernández, “Neutralidad de la Red: tensiones para pensar la regulación de Internet”, *Question*, vol. 1, no. 42, pp. 69-84, 2014.
- [17] F. Vacas, “Telefonía móvil: la cuarta ventana”, *Rev. Estudios de Comunicación*, vol. 13, no. 23, pp. 199-217, 2007.
- [18] R. S. Vitores, “Aplicaciones de los sistemas embebidos”, *Técnica industrial*, vol. 1, pp. 24-27, 2004.
- [19] N. Aakvaag y J. E. Frey, Redes de sensores inalámbricos. *Revista ABB*, vol. 2, pp. 39-42, 2006.
- [20] M. Zurbarán, “Efectos de la comunicación en una red AD-HOC”, *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [21] O. J. Calderón y V. M. Quintero, “Un nuevo aspecto de la movilidad: redes ad hoc-conceptos”, *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, vol. 1, no. 3, pp. 59-64.
- [22] R. C. Abad, *Introducción a la simulación ya la teoría de colas*. Coruña, España: Netbiblo.
- [23] D. E. Comer y H. A. Soto, *Redes globales de información con Internet y TCP/IP*, México: Prentice hall.
- [24] M. Conti, G. Maselli, G. Turi y S. Giordano, “Cross-layering in mobile ad hoc network design”, *Computer*, vol. 37, no. 2, pp. 48-51, 2004.
- [25] Consejo Nacional de Educación Superior, *Política marco de investigación, ciencia, tecnología e innovación en el sector de la educación superior 2034*, Bogotá: Consejo Nacional de Educación Superior. [En línea]. Disponible en [https://www.dialogoeducacionsuperior.edu.co/1750/articles-327656\\_documento\\_propuesta\\_ciencia\\_tecnologia\\_innovacion\\_oct\\_22.pdf](https://www.dialogoeducacionsuperior.edu.co/1750/articles-327656_documento_propuesta_ciencia_tecnologia_innovacion_oct_22.pdf)

- [26] Colciencias, *Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores*, Bogotá: Colciencias, 2016. [En línea]. Disponible en [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf)
- [27] Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, “Programas de Ingeniería de Telecomunicaciones”, 11 jun 2020. [Tweet]. Disponible en <https://twitter.com/acofi/status/1271261858037731328/photo/1>
- [28] K. Montaña y W. Donato, “Lineamientos de investigación formativa para ingenieros en seguridad y salud para el trabajo por ciclos propedéuticos” en *Desarrollo de competencias para ingenieros en seguridad y salud en el trabajo por ciclos propedéuticos y complementarios*. N. C. Rodríguez (Comp.), Bogotá, Editorial Universitaria San Mateo, 2019. [En línea]





Fundación Universitaria  
**SAN MATEO**

---

Editorial