

# Lineamientos de investigación formativa para ingenieros en seguridad y salud para el trabajo por ciclos propedéuticos

---

Katherine Montaña Oviedo  
Wilson Fernando Donato Padilla

## Resumen:

Las competencias investigativas pretenden formar profesionales con amplios conocimientos y destrezas para emprender proyectos en contextos laborales o académicos, de modo que aborden y respondan adecuadamente a los llamados realizados a nivel local, regional, incluso mundial. El objetivo de este documento es realizar una revisión de forma exploratoria frente a las competencias investigativas a desarrollar por los ingenieros en seguridad y salud para el trabajo; así como campos y tendencias de investigación en el mismo campo para finalmente reflexionar sobre el proceso formativo en investigación en la Fundación Universitaria San Mateo desde el programa de ingeniería. Los ingenieros en seguridad y salud para el trabajo deben formarse específicamente en diversas competencias desde procesos de aprendizaje, valores sociales, contexto tecnológico e internacional, habilidades interpersonales y amplios conocimientos en ciencias naturales y un área disciplinar; deben articularse y llevarse a la formación de competencias en investigación y por ende la formación de habilidades de pensamiento crítico. Los procesos de investigación en seguridad y salud para el trabajo se enmarcan desde áreas de la seguridad industrial, higiene industrial y medicina del trabajo; desde lo preventivo y las tendencias, además de ámbitos económicos, políticos, nuevos procesos tecnológicos. Así, promoviendo diversas investigaciones a nivel mundial desde principios del siglo XX. Colombia no ha sido ajena a este tipo de procesos de investigación, aunque es necesario ampliar las perspectivas desde las áreas de la ingeniería y la tecnología. La formación en investigación en la Fundación permite que los estudiantes adquieran competencias en investigación desde los diferentes ciclos propedéuticos. Asimismo, de acuerdo con su nivel de formación garantiza la respuesta a las problemáticas en un contexto real.

**Palabras clave:** competencias; investigación; investigación formativa; ingeniería; seguridad industrial; higiene industrial; medicina del trabajo.

## Introducción

Dentro de sus funciones sustantivas, docencia, extensión e investigación, las universidades velan por la formación integral de los estudiantes en beneficio de la construcción de capital humano para el desarrollo de los países a nivel social, económico, político y cultural (Vidal, 2017). Lo anterior, a partir de diferentes áreas disciplinares como las ciencias naturales, ingeniería, humanidades, ciencias sociales, tecnología, entre otras. La visión de formación integral debe ser vista desde la posición de los docentes y estudiantes, respectivamente, dinamizadores y mediadores del aprendizaje, así como sujetos propiciadores de su formación integral y aprendiz de las competencias (Tobón, Pimienta y García, 2010).

De tal forma, las universidades velan por una formación integral, teniendo en cuenta el concepto según Escobar de Sierra, Calle, Castillo, Jaramillo y Ochoa (2013) se desglosan las siguientes perspectivas de competencias: misionales, básicas y específicas. Frente a cada una se debe destacar que las misionales propenden por una formación humanística e investigativa. Las básicas van orientadas al desarrollo de habilidades y destrezas desde el conocimiento en áreas básicas. Por último, las específicas encaminan a la formación desde su componente disciplinar (Tobón, Pimienta y García, 2010).

Ahora bien, en torno a estas perspectivas los estudiantes y docentes se encuentran en una retroalimentación continua del proceso de aprendizaje y afianzamiento de competencias. Frente a la formación de competencias, en las universidades deben especificar los procesos investigativos; están estrechamente relacionadas a los procesos de desarrollo de los países y en concordancia con la misionalidad de cualquier universidad.

Por consiguiente, el fortalecimiento de competencias investigativas en la universidad es esencial para la formación de capital humano. Los profesionales se pueden desempeñar en centros de desarrollo, investigación o innovación; generan desarrollos científicos, tecnológicos y técnicos necesarios para el avance del país. Esta visión es necesaria para la formación de los futuros profesionales, en especial para los futuros ingenieros; el profesional en ingeniería no es un ser aislado con sus conocimientos específicos, sino que estos saberes se requieren como un conocimiento general para abordar proyectos de investigación (Orué, Alzugaray, Pirog y Bär, 2017).

La formación en competencias investigativas en programas curriculares de ingeniería es de suma importancia para el perfil ocupacional de cualquier ingeniero pues están relacionados con procesos de innovación y desarrollo tecnológico en el campo laboral (Parra, 2018). De tal forma, en los planes curriculares de los programas de ingeniería hay que considerar procesos de investigación formativa que conlleven a la consolidación de competencias investigativas en el

estudiante. En otras palabras, los estudiantes deben “aprender a investigar investigando”, generando en ellos competencias en el saber, el hacer y el ser. Los programas curriculares no pueden ser ajenos a la formación en investigación y restringirse a procesos de docencia.

Del anterior panorama, la formación en investigación se ha convertido en un factor determinante de la calidad de las instituciones de educación superior en Colombia; es un requisito indispensable para la renovación de registros calificados de los programas o adelantar procesos de acreditación, siempre coordinados por instituciones como el Ministerio de Educación y el Consejo de Nacional de Acreditación.

El componente investigativo dentro de un programa de ingeniería es indispensable para que los futuros ingenieros sean proactivos y productivos en los campos laborales. Por tal razón, la Fundación Universitaria San Mateo debe procurar que la Facultad de Ingeniería y Afines vele por una formación en competencias investigativas, en especial, para programas en auge como la ingeniería en seguridad y salud para el trabajo (SST). Los programas curriculares han de considerar lineamientos y estrategias para el desarrollo de los procesos de investigación, articuladas al plan curricular e incluidos en la comunidad académica (docentes y estudiantes).

De esta manera, para el programa de ingeniería de SST de la Fundación Universitaria San Mateo es indispensable reflexionar de forma exploratoria en torno a los procesos de investigación formativa. El objetivo es generar las competencias de investigación necesarias para la formación de profesionales en la disciplina la SST por ciclos propedéuticos. Asimismo, revisar los campos y tendencias de investigación en la disciplina, necesarios para evidenciar desde el programa el aporte al país frente a la formación de capital humano; aquellos que en el futuro construirán desarrollos de tipo técnico, tecnológico y científico.

### **Competencias en investigación para ingenieros en SST**

Las competencias se componen de conocimientos, habilidades y actitudes a construir a lo largo de la formación en un programa curricular en tres (3) perspectivas: el saber, el hacer y el ser (Garzón, 2016; Tobón et al., 2010). Los ingenieros no son ajenos a la formación por competencias; deben ganarse a lo largo de su formación para desempeñarse en diversos contextos; hay que contar con destrezas para la identificación, interpretación, argumentación y resolución de problemas.

Por lo anterior, se establecen que las competencias a desarrollar por un ingeniero se encuentran enmarcadas de tipo genérico, necesarias para desempeñarse de forma profesional frente a las exigencias del mundo actual. Las competencias genéricas que debe desarrollar el ingeniero a nivel de América Latina

se han definido por el Proyecto Tunning. Este espacio de reflexión frente a los procesos educativos en América Latina se desarrolló durante el 2004 al 2007; allí se acordaron, templaron y afinaron las estructuras educativas en el continente. Asimismo, se definieron competencias genéricas para cualquier área del conocimiento como se observa en la tabla 1; son clasificadas de acuerdo con la naturaleza de la competencia sin pretender dar mayor o menor importancia de una competencia (Proyecto Tunning, 2007).

**Tabla 1.** Competencias genéricas acordadas para América Latina por el Proyecto Tunning

<b>Proceso de aprendizaje</b>
1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
2. Capacidad de aprender y actualizarse.
3. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
4. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
5. Capacidad crítica y autocrítica.
6. Capacidad de investigación.
7. Habilidades para buscar, procesar y analizar información.
8. Capacidad de comunicación oral y escrita.
9. Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.
<b>Valores sociales</b>
10. Compromiso con su medio socio-cultural.
11. Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
12. Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
13. Compromiso con la preservación del medio ambiente.
14. Compromiso ético.
<b>Contexto tecnológico e internacional</b>
15. Capacidad de comunicación en segundo idioma.

16. Habilidad para trabajar en contextos internacionales.
17. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información.
<b>Habilidades interpersonales</b>
18. Capacidad para tomar decisiones.
19. Habilidades interpersonales.
20. Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
21. Capacidad de trabajo en equipo.
22. Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
23. Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
<b>Sin clasificación</b>
24. Capacidad creativa.
25. Capacidad para formular y gestionar proyectos.
26. Compromiso con la calidad.
27. Habilidad para trabajar de forma autónoma.

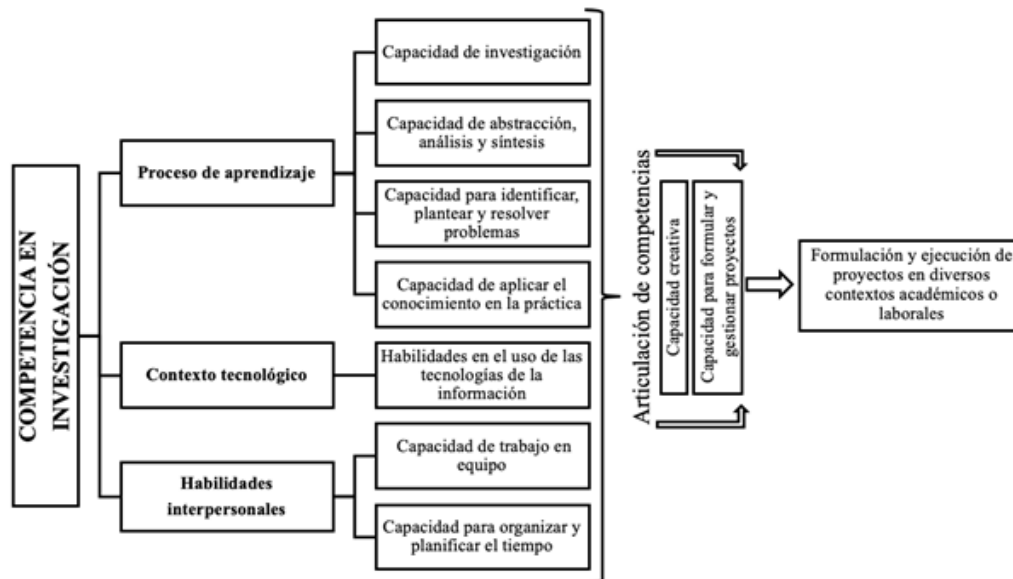
**Fuente:** Proyecto Tunning (2007).

De acuerdo con el listado de competencias genéricas del Proyecto Tunning se evidencian que algunas deben ser trabajadas de forma conjunta para alcanzar el objetivo de alguna en particular. Las competencias no pueden ser desarrolladas de forma independiente, es decir, con la formación profesional se proporcionan conocimientos sólidos en ciencias naturales y conocimiento en algún área tecnológica, suministrando habilidades que ayuden en ámbitos académicos y laborales (Palma, De Los Ríos y Miñán, 2011).

Para el caso de las competencias en investigación, para que sean potencializadas se deben articular competencias propias del proceso de aprendizaje, contexto tecnológico y habilidades interpersonales; además, la capacidad creativa, para formular y gestionar proyectos. Al ser trabajadas en forma conjunta lleva a la capacidad de actuar desde la investigación para resolver problemas en diversos campos laborales o académicos (Figura 1). De esta forma, los futuros

ingenieros son capaces de desenvolverse en contextos de la economía global y de la sociedad del conocimiento, puesto que, sus competencias enmarcaran sobre las necesidades del mercado y de las grandes empresas y pudiendo ocuparse fácilmente (Lucarelli y Calvo, 2015).

**Figura 1.** Formación en competencias en investigación a partir de la articulación de competencias genéricas propuestas en el Proyecto Tunning



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Proyecto Tunning (2007).

Por lo anterior, el ingeniero debe ser integral en la competencia investigativa desde sus diferentes componentes. Al finalizar su formación, la persona que se forma en ingeniería en SST contará con conocimientos teóricos y técnicos desde áreas del conocimiento como química, física, biología y matemáticas. Por la parte disciplinaria, en campos de la seguridad industrial, higiene industrial y medicina del trabajo y preventiva. De esta forma, contará con la destreza para la formulación, ejecución y evaluación de proyectos orientados en diversos campos a nivel profesional, laboral o académico.

Los ingenieros cuentan con un alto desarrollo del conocimiento desde unas bases sólidas de las ciencias naturales y un área tecnológica (para este caso la SST); combinados con las competencias investigativas le dan habilidades en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos con impacto en una comunidad laboral. Dicho tipo de destreza se debe desenvolver a lo largo de la formación profesional.

Por lo tanto, al finalizar la formación profesional el estudiante de ingeniería cuenta con un resultado de aprendizaje en torno al pensamiento crítico, necesario para el éxito académico y profesional. El pensamiento crítico es considerado proceso metacognitivo, construido bajo habilidades de reflexión y razón que llevan a la validación de una premisa, identificación y solución a un problema, así como generación de conclusiones en el contexto (Ralston y Bays, 2015).

La formación de pensamiento crítico no puede enseñarse o practicarse; se desarrolla al exponer al estudiante a la aplicación de sus conocimientos en diversos contextos. Así, mantiene un proceso de reflexión, retroalimentación y evaluación continua frente a los razonamientos generados por el estudiante. Además, la formación en pensamiento crítico le permitirá al estudiante desempeñarse en un mundo cada vez más diverso, interconectado y que cambia rápidamente (Jesiek, Haller y Thompson, 2014; Ralston y Bays, 2015). Por lo anterior, al momento de identificar una problemática en primera instancia se ponen en práctica habilidades de reflexión de los conocimientos adquiridos (básicos y disciplinares).

Lo anterior, con el fin de identificar las problemáticas que aquejan una comunidad y por ende llevar a formular un proyecto. Asimismo, la búsqueda de información, abstracción e interpretación en fuentes confiables de información para sustentar y dar validez a los contextos propuestos. Durante la ejecución del proyecto el estudiante será capaz de emplear habilidades de análisis, contraste y retroalimentación frente a los resultados que adquiere. Así, en la evaluación genera diversos razonamientos en torno al alcance del proyecto, diseño metodológico y resultados; se someten al razonamiento para darles validez e impacto en el contexto del proyecto y los campos de acción del ingeniero.

### **Campos de investigación en la SST**

Considerar la SST como una disciplina ha conllevado a una consolidación histórica y a la evolución de la concepción de la relación hombre y actividad laboral para la satisfacción de necesidades; establece condiciones laborales que llevan a un accidente de trabajo o enfermedad laboral. Arias Gallegos (2012) y Gomero, Zevallos y Llapyesan (2006) realizan acotaciones históricas pasando por la Edad Antigua y la Edad Media. Allí donde los esclavos jugaban un rol importante al realizar las labores más arduas en las actividades productivas del mundo antiguo.

Por otro lado, los mayores aportes sobre medicina ocupacional durante estas edades los originó Hipócrates estudiando el trabajo en las minas y Galeno estudiando las enfermedades de los mineros, curtidores y gladiadores. En el Renacimiento, Paracelso y Agrícola describieron enfermedades profesionales y las asociaron a diversos sistemas de protección aportando a la higiene laboral. En la Edad Moderna Ramazzini efectúa el trabajo más amplio y profundo en

salud ocupacional sobre las enfermedades de los artesanos. De esta manera, dio el inicio a la medicina del trabajo. Por último, con la primera Revolución Industrial se consolida la seguridad y salud ocupacional y en 1918 se establece el funcionamiento de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

La OIT se encargará de producir las directrices en SST a nivel mundial junto con la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1950. En el nuevo milenio la OIT y OMS introducen el concepto de SST como:

Disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo y la protección y promoción de la salud de los trabajadores. La salud en el trabajo con lleva la promoción y el mantenimiento del más alto grado salud física, salud mental y de bienestar de los trabajadores en todas las ocupaciones. (OIT, 2011)

Por lo anterior, la SST no debe verse como el trabajo de una única disciplina, sino el resultado de la labor de diversos campos del conocimiento como medicina del trabajo y preventiva, higiene industrial, ergonomía, psicología organizacional, epidemiología, toxicología, microbiología, estadística, legislación laboral, terapia ocupacional, organización laboral, nutrición, química, biología, física, entre otras (Gomero et al., 2006)

**Figura 2.** Campos de acción de la SST



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Arias (2012); Gomero et al. (2006); OIT (2011); Álvarez Torres y Riaño-Casallas (2018).

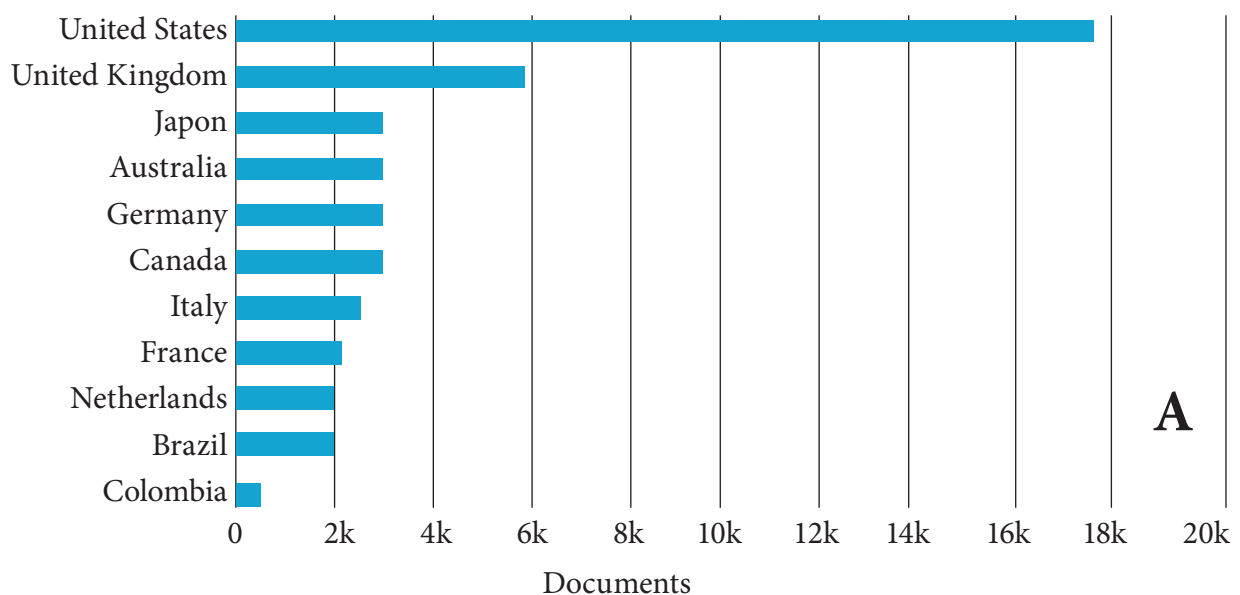


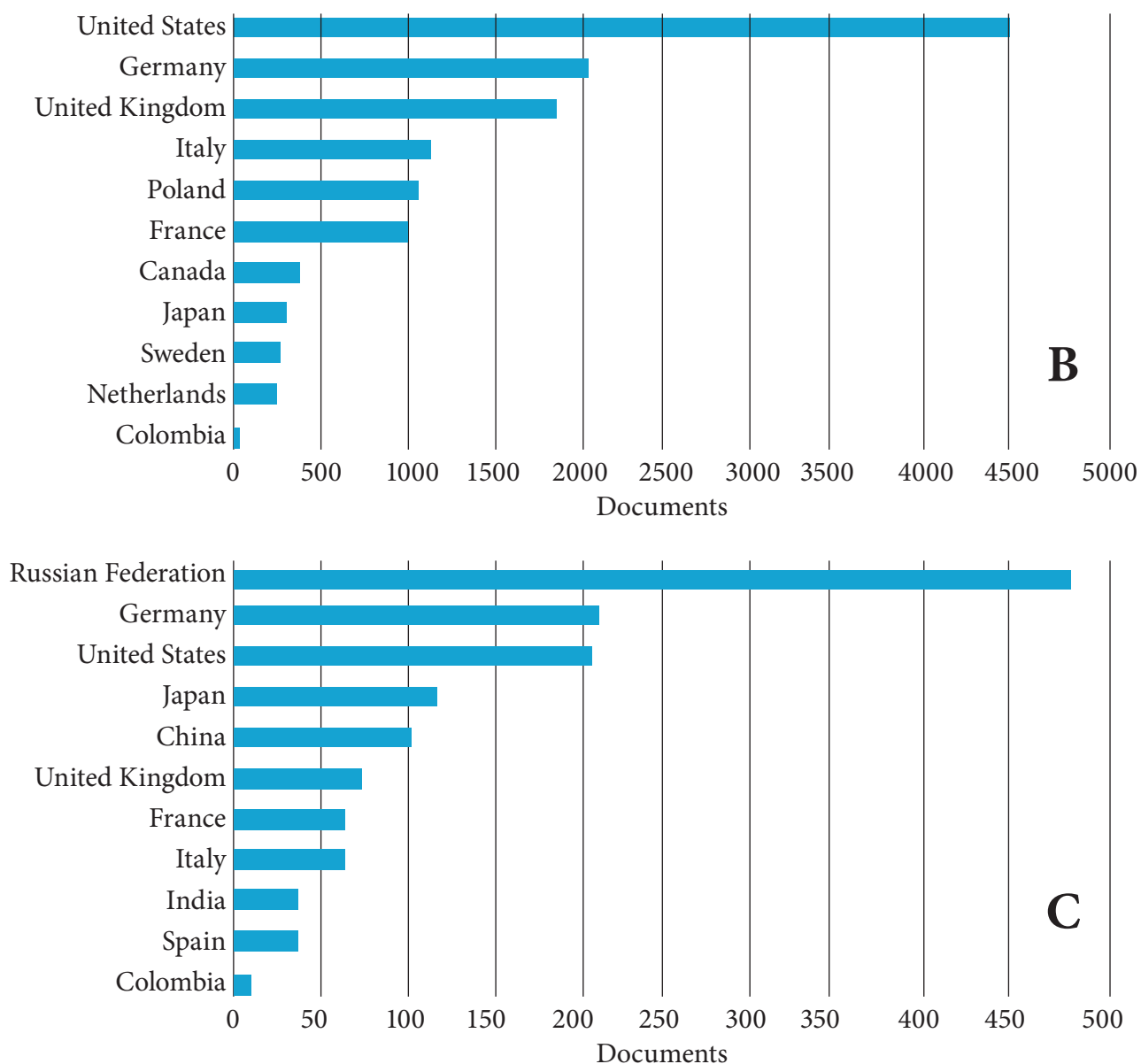
De acuerdo con lo anterior, los campos de investigación en SST se enmarcan en las especialidades con diferentes trayectorias en procesos investigativos en los últimos dos (2) siglos. Al realizar búsquedas básicas en la base de datos *Scopus* sobre la disciplina, para determinar el volumen de producción científica hasta el 2019; se utilizaron las palabras de búsqueda establecidas por los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS): *occupational health, occupational medicine e industrial safety*.

Como resultado, se encontraron 112.441 documentos de tipo investigativo distribuidos en 78.745 documentos generados en un periodo de 1928 a 2019; 31.354 documentos construidos en un periodo de 1945 a 2019; así como 2.342 documentos elaborados en un periodo de 1914 a 2019. Por otro lado, se evidencia el crecimiento en producción académica durante en los últimos 20 años; esto sugiere que el campo de investigación se encuentra en auge y que las contribuciones las realizan países desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido, Japón, Australia, Alemania, Italia, Rusia, China, Polonia, Francia, Canadá, entre otros.

En este sentido, se destaca que Colombia ha realizado aportes en los tres (3) campos. Fueron encontrados 192, 16 y 13 documentos relacionados, respectivamente, con la salud ocupacional, medicina del trabajo y seguridad industrial (ver figura 3). Así, se identifica que el país cuenta con bagaje en el campo de la salud ocupacional y los otros dos campos pueden ser perspectivas de trabajo en la investigación. Por supuesto, es una visión básica de los campos de investigación de la SST, pero brinda herramientas para el lineamiento de las áreas de trabajo en los procesos de investigación y en lo que debe trabajar Colombia para ser un referente a nivel mundial.

**Figura 3.** Búsquedas en *Scopus* con descriptores de las especialidades en SST y algunos países frente a la producción de Colombia





**Fuente:** *Scopus* (2019). A. Resultado de la búsqueda con el descriptor “occupational health”, B. Resultado con “occupational medicine”, C. Resultado con “industrial safety”.

Para lograr que Colombia sea un referente en procesos de investigación en SST es necesario revisar las demandas a nivel mundial, regional y nacional. A nivel internacional, La OIT ha establecido que los esfuerzos deben estar encaminados en dar cumplimiento a los ODS (Agenda 2030), a través del número ocho (8). Establece trabajo decente y crecimiento económico a través de nueve (9) metas (OIT, 2019a):

1. Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
2. Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.
3. Mejorar progresivamente la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente”.
4. Lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad.
5. Reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación.
6. Adoptar medidas inmediatas y eficaces para erradicar el trabajo forzoso, poner fin a las formas contemporáneas de esclavitud y la trata de personas y asegurar la prohibición y eliminación de las peores formas de trabajo infantil.
7. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes.
8. Aumentar el apoyo a la iniciativa de ayuda para el comercio en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados.
9. Desarrollar y poner en marcha una estrategia mundial para el empleo de los jóvenes y aplicar el Pacto Mundial para el Empleo de la OIT.

Es evidente que las investigaciones deben contar con el contexto de los ODS, así como estar enmarcadas en diferentes áreas temáticas: futuro del trabajo, productividad, economía rural e informal, desarrollo de las empresas, políticas de empleo, empleos verdes, igualdad de género, empleos para los más jóvenes, entre otras. Por lo anterior, a nivel regional la Organización Panamericana de Salud (OPS) y la OMS regional Américas, en el Plan de Acción sobre la Salud de los Trabajadores (2015 – 2025) proponen dos (2) líneas estratégicas de acción encaminadas a ser resueltas estableciendo agendas nacionales de investigación. Por un lado: “Identificar, evaluar, prevenir y controlar las condiciones y ex-

posiciones peligrosas en el trabajo”. Por el otro lado, “Fortalecer la capacidad de diagnóstico, los sistemas de información, la vigilancia epidemiológica y la investigación de las enfermedades, los accidentes y las muertes en el trabajo” (OPS y OMS, 2015).

A nivel nacional no se queda atrás en la generación de directrices en investigación en el campo de SST. La Ley 1562 de 2012 menciona la priorización de procesos de investigación en salud laboral por parte del Instituto Nacional de Salud (INS) (Congreso de la República de Colombia, 2012). Asimismo, el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2013 – 2021) entre sus objetivos plantea promover la investigación en SST (Ministerio de Trabajo y Organización Iberoamericana de Seguridad Social, 2014). Por último, en el Plan Decenal de Salud Pública (2012 – 2021), en la dimensión laboral establecen la necesidad de desarrollar líneas de investigación en el ámbito laboral (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

De esta forma el INS propone 17 líneas de investigación priorizadas. En la prioridad alta se encuentran: SST en poblaciones de alto impacto; factores psicosociales en la relación salud-trabajo; gestión, organización y gerencia de la SST; promoción y prevención en SST; cáncer ocupacional y generación de capacidades en el sistema de seguridad social en riesgos laborales.

En la prioridad media están ubicados: exposición laboral e higiene industrial; seguridad industrial; ergonomía; magnitud de la carga para el sistema de seguridad social en riesgos laborales; desórdenes músculo-esqueléticos; cultura, sociedad y trabajo; sistema de seguridad social en riesgos laborales; dimensión económica de la SST; política pública en SST; inclusión y rehabilitación en SST y SST en poblaciones de interés especial. En prioridad baja se encuentran los sistemas de información en SST (INS, 2017).

Por lo anterior, el desafío en investigación es bastante amplio y cuenta con derroteros definidos a nivel internacional, regional y nacional que deben velar por mejorar las condiciones laborales de los trabajadores en diversos ámbitos. Esto se puede lograr realizando procesos de investigación rigurosos desde los espacios universitarios. Colombia cuenta con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación quien a través del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SCNTEI) registra los grupos de investigación e investigadores a nivel nacional para la cualificación de la producción académica.

En la última convocatoria (833 de 2018) realizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se identificó que Colombia cuenta con 25 grupos de investigación que declaran de forma explícita líneas de investigación asociadas a SST en sus diferentes especialidades. En la figura 1 se observa 19%, 12%, 19% y 50% de grupos clasificados en A1, A, B y C, respectivamente.

En la figura 5 se observan las diferentes áreas del conocimiento en las que trabajan los grupos de investigación. Evidencian que el área más fuerte son las

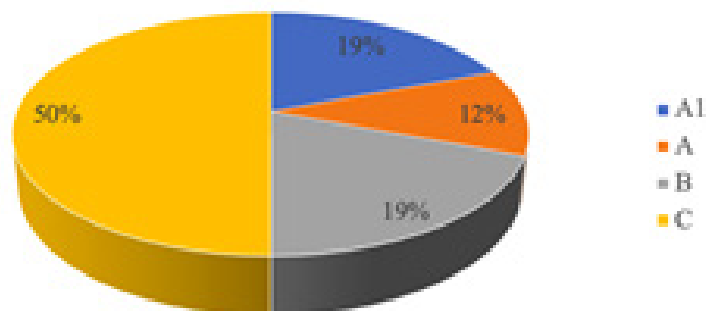
Ciencias Médicas y de la Salud, seguido de las Ciencias Sociales. De esta forma, el área ingeniería y tecnología (que ocupa un tercer) ha de mantener sus esfuerzos en el fortalecimiento y generación de grupos de investigación asociados a la disciplina SST.

Los grupos de investigación categorizados en A1 se encuentran asociados a la Universidad Industrial de Santander, el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, la Universidad CES y la Pontificia Universidad Javeriana. Además, se resalta que la última universidad cuenta con dos (2) grupos de investigación trabajando desde las áreas de ciencias médicas y de la salud e ingeniería y tecnología.

Dichos grupos cuentan con alto impacto de producción académica; están enmarcados en programas de posgrado (tipo maestría) donde sus esfuerzos se encaminan hacia el fortalecimiento de las competencias de investigación desde la ejecución de proyectos de investigación. En cambio, los grupos categorizados en C se encuentran enmarcados en programas de pregrado donde sus esfuerzos consisten en la formación de competencias de investigación y la promoción de la reflexión, retroalimentación y evaluación de su proceso de formación.

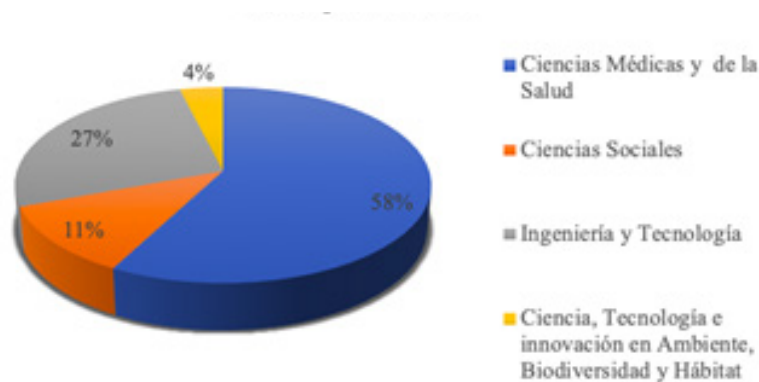
A partir del panorama anterior, la facultad de ingeniería y afines de la Fundación Universitaria San Mateo desarrolla una propuesta de investigación formativa encaminada por ciclos propedéuticos. La podría llevar a ser un referente en el área de la ingeniería y la tecnología desde el campo de la SST, en su programa de ingeniería en SST, teniendo en cuenta que en los diferentes niveles que desarrolla genera habilidades técnicas, tecnológicas y científicas necesarias para la investigación.

**Figura 4.** Grupos de investigación clasificados en la Convocatoria 833 de 2018 asociados a líneas de investigación en SST



**Fuente:** Colciencias (2019).

**Figura 5.** Áreas del conocimiento asociadas a los grupos de investigación en SST de acuerdo con la Convocatoria 833 de 2018



**Fuente:** Colciencias (2019).

### Tendencias de investigación en SST

Los procesos investigación en SST se han limitado a la evolución de las revoluciones industriales y las condiciones que imponen la relación hombre – trabajo, teniendo en cuenta que los aportes de tipo académico aumentaron a mediados del siglo XX, de acuerdo con la revisión de la base de datos *Scopus* en las diferentes especialidades de SST. Solo por recordar, la primera Revolución Industrial, iniciada en el siglo XVIII en Gran Bretaña, se enfocó en la introducción de equipos de producción mecánicos funcionales por el vapor de agua o el movimiento del agua.

La segunda Revolución Industrial se originó al finalizar el siglo XVIII y comienzos del siglo XIX. Está enmarcada por la generación de fuentes de energía no renovables como gas, petróleo o electricidad. La tercera Revolución Industrial inició a principios del siglo XXI, también se ha llamado Revolución Científico Tecnológica (o Revolución de la Inteligencia); se basa en la promoción de la producción automatizada. La cuarta Revolución Industrial se ha desarrollado en los últimos años y se concentra en el uso de sistemas físicos cibernéticos. Este recuento histórico evidencia una idea de la evolución de la SST en sus diferentes campos de acción; además, ubica en el escenario actual frente a las tendencias sociales y de empleo, así como los factores de riesgos emergentes asociados a la última revolución.

Actualmente las tendencias sociales y de empleo giran en torno a un análisis realizado por la OIT (2019b). Primero, las brechas de género en la participación laboral de mujeres (48%) frente a hombres (75%). Segundo, para el 2018 el déficit en el trabajo decente fue de 3300 millones de personas que no cuentan

con bienestar material, seguridad económica e igualdad de oportunidades en sus espacios laborales. Tercero, para el 2018 se calculó que 170 millones de personas no cuentan con empleo. Cuarto, la prevalencia en la subutilización de la mano de obra entre las mujeres.

Quinto, la diferencia en el mercado laboral en diversos lugares del mundo se encuentra marcado por la calidad de condiciones laborales, desempleo y desigualdad de género. Conlleva a que las tasas de desempleo sean menores en países de ingresos altos frente a países con ingresos bajos. Este análisis realizado por la OIT muestra algunas barreras en la actualidad para el cumplimiento del ODS número ocho (8). Sin embargo, se convierten en problemáticas a resolver desde espacios académicos y de investigación.

Los factores de riesgos emergentes se han estudiado durante los últimos años. Según la conclusión del Observatorio Europeo de Riesgos (OIT, 2010), los últimos avances tecnológicos logrados por la última revolución industrial han generado nuevos procesos y nuevos riesgos, por ende, nuevas perspectivas de investigación en SST. Las nuevas tendencias de investigación se establecen en los siguientes escenarios laborales, los cuales no han sido estudiados a profundidad:

1. Uso de nanotecnología empleada en el campo de la medicina y producción de nanomateriales empleados como aislantes, conductores, cerámicas, entre otros.
2. Riesgos biológicos asociados a diversas enfermedades infecciosas emergentes (SRAS, gripe H1N1, tuberculosis, paludismo, por mencionar algunas) constituyéndose en factores de riesgo de mayor prevalencia en el sector salud; asimismo en el sector agrícola por la exposición a agentes biológicos, por ejemplo, micobacterias, leptospira, bacillus anthracis y alérgenos biológicos que se encuentran disgregados en el campo.
3. Empleo de sustancias químicas que no cuentan con estudios frente alergias, cancerígenos, mutágenas o toxicidad.
4. Economía informal considerada como actividades de pequeña escala en sectores económicos tradicionales que no se encuentran regularizados por la legislación laboral.
5. Trabajadores migrantes que realizan trabajos de alto riesgo y en la economía informal no se encuentran cubiertos por seguridad social, atención en salud y mucho menos por legislación en SST.
6. Envejecimiento de la población aumentando los trabajadores de edad, quienes son más vulnerables a factores de riesgo de tipo biológico y osteomuscular.
7. Trabajadores jóvenes que no cuentan con la madurez física y psicológica.

8. Teletrabajo o *Home Office* corresponde a realizar actividades laborales desde los lugares de vivienda.

Las anteriores tendencias son temáticas para abordar desde la investigación formativa promovida en la Fundación Universitaria San Mateo.

### **Investigación formativa para ingenieros en SST en la Fundación Universitaria San Mateo**

Los procesos investigativos en la Fundación Universitaria San Mateo se caracterizan por promover la investigación dentro de los diferentes espacios académicos. Como resultado, promueve y divulga el conocimiento desde una formación humanística. El sistema institucional de investigación se encuentra involucrada directamente en los procesos de enseñanza – aprendizaje e investigación formativa. Corresponde a una formación integral por cada uno de los miembros de la institución, identificando problemáticas desde las diferentes situaciones que se exponen a diario. Por lo tanto, la formación de competencias investigativas (tanto en estudiantes como docentes) es un proceso transversal que involucra toda la comunidad.

El programa de ingeniería en SST forma a sus estudiantes por ciclos secuenciales y complementarios (propedéuticos). De esta manera, para la Fundación la visión de investigación prioriza las investigaciones de tipo aplicado, es decir, identificación de problemáticas y definición de soluciones en una comunidad particular. Así, a través de proyectos aplicados se pueden desarrollar procesos de investigación formativa para los estudiantes, además de la generación de productos de investigación por parte de docentes investigadores (investigación propiamente dicha) (Ceballos y Acevedo Urquiaga, 2019).

Cabe resaltar que los procesos investigativos en la Fundación responden a criterios y estándares de alta calidad; promueven el estudio científico, tecnológico y técnico asociado a las directrices colombianas desde una concepción social, cultural, política, educativa, laboral e industrial. Por lo anterior, se cuenta con el grupo de investigación Desarrollos Industriales y en Seguridad y Salud en el Trabajo (DIySST); apoya los procesos de investigación formativa del programa de ingeniería en SST. El grupo cuenta con categoría C de acuerdo con la Convocatoria 833 de 2018 del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTeI) y hace parte de los grupos que generan producción académica desde las diferentes especialidades de seguridad industrial e higiene industrial. Así aporta desde la visión de la ingeniería y la tecnología (ver figura 5).

Por consiguiente, la Fundación se transforma en un referente a nivel local y nacional en el desarrollo de productos y servicios dentro del área de ingeniería en SST. El profesional cuenta con capacidades para identificar problemáticas en torno a las líneas de formación: seguridad industrial, higiene industrial y



medio ambiente. Asimismo, propone, diseña y aplica posibles soluciones desde criterios de la investigación, creatividad e innovación para crear un valor en los procesos organizacionales desde una visión del pensamiento crítico. Además, la institución está interesada en desarrollar procesos investigativos que se conviertan en alternativas de desarrollo para la institución. Lo anterior, puesto que se han establecido procesos de gestión brindado un servicio eficiente y oportuno a los estudiantes, complementando sus procesos de aprendizaje y facilitando la inserción en su contexto profesional.

El grupo de investigación DIySST define una línea de investigación que apoyará los procesos formativos de investigación del programa de ingeniería en SST. Da respuesta al llamado a nivel mundial sobre la generación y construcción de ambientes laborales sostenibles y decentes (OIT, 2019a). Así, se contribuye a la finalidad del ODS ocho (8) propuesto por la agenda 2030: “promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos”.

Desde la investigación, la construcción de este tipo de ambientes promueve el objetivo de la SST: “Promover y mantener en el más alto grado la salud física y mental y el bienestar de los trabajadores en todas las ocupaciones” (OIT, 2011). Asimismo, se encuentra en sintonía con las líneas de investigación priorizadas por el Instituto Nacional de Salud (INS), acordes a las diferentes áreas de investigación en que se pueden orientar los proyectos de investigación en ambientes laborales de tipo formal o informal (ver figura 6).

**Figura 6.** Línea y áreas de investigación del grupo de investigación DIySST



**Fuente:** Coordinación de Investigación, Programa Ingeniería en SST (2019).

La línea de investigación “Desarrollos en SST” genera soluciones ingenieriles desde la seguridad y salud en el trabajo en contextos académicos, laborales y organizacionales que crean escenarios para el trabajador, que propendan su salud física, mental y social. El objetivo de la línea es la formulación y ejecución de proyectos de investigación en diversos contextos laborales (informales o formales) orientados a desarrollar respuestas ingenieriles desde diferentes perspectivas tales como seguridad industrial, higiene industrial, ergonomía, innovaciones en SST, generación de nuevas tecnologías en SST, procesos de formación para la promoción, prevención y cultura en SST, desarrollos educativos en el ámbito de formación en ingeniería en SST y estudios ambientales como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Áreas de investigación del grupo de investigación DIySST

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN	
ÁREAS	DESCRIPCIÓN
Seguridad e higiene industrial	La seguridad industrial e higiene industrial son dos (2) áreas complementarias. La seguridad industrial se encarga de estudiar accidentes de trabajo estableciendo actos y condiciones inseguras, a partir de conocimientos técnicos que permitan la reducción, control y eliminación de las causas de los accidentes (Zarazúa, 2014). Mientras que la higiene industrial se encarga de prevenir las enfermedades laborales derivadas de agentes físicos, químicos y biológicos, con el propósito aplicar conocimientos en la gestión del riesgo (Baraza, Castejón y Guardino, 2016). Por lo tanto, para esta área de investigación se estudian ambientes laborales desde el identificación, diagnóstico, valoración y evaluación de los factores de riesgos que generan accidentes laborales y enfermedades laborales.
Ergonomía	La ergonomía destaca tres (3) elementos como área de investigación: estudiar a las personas con su interacción con el medio, análisis de la actividad humana en sus diversas vertientes para mejorar la salud, eficacia, eficiencia, etc. y visión prevencionista. Por lo tanto, los procesos de investigación se orientan en la evaluación de variables fisiológicas, anatómicas y psicológicas de los seres humanos y su influencia en la optimización del triángulo humano-máquina-ambiente (Llaneza, 2009).
Sistemas de gestión	La ergonomía destaca tres (3) elementos como área de investigación: estudiar a las personas con su interacción con el medio, análisis de la actividad humana en sus diversas vertientes para mejorar la salud, eficacia, eficiencia, etc. y visión prevencionista. Por lo tanto, los procesos

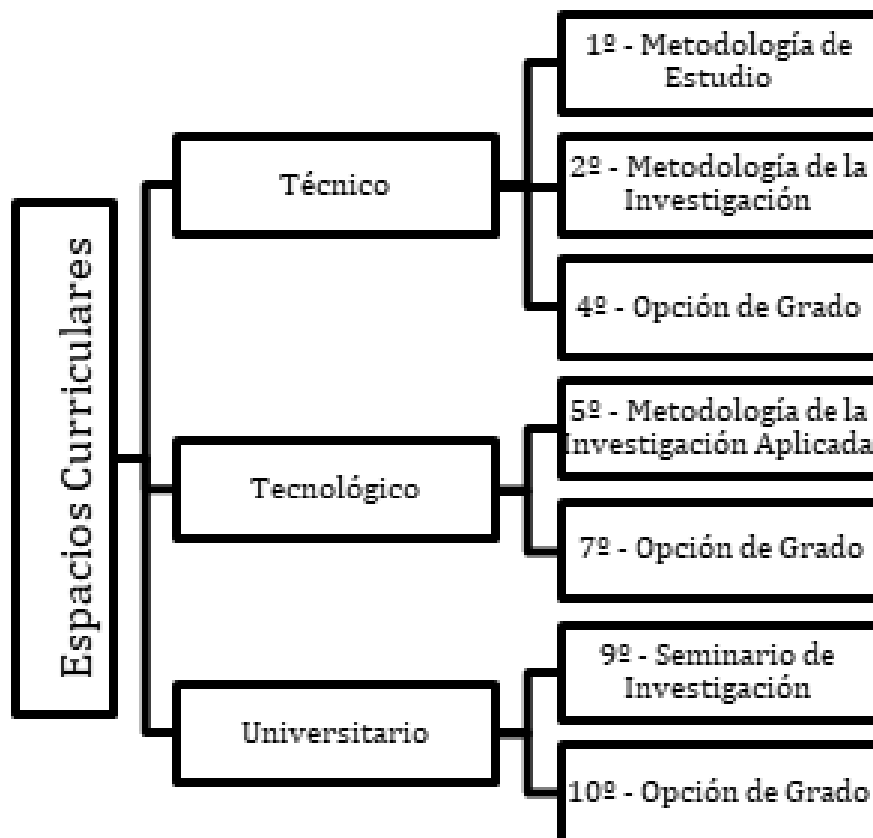
	de investigación se orientan en la evaluación de variables fisiológicas, anatómicas y psicológicas de los seres humanos y su influencia en la optimización del triángulo humano-máquina-ambiente (Llaneza, 2009).
Innovación y nuevas tecnologías	La innovación es la generación de nuevas ideas que satisfacen necesidades sociales y crean nuevas relaciones de colaboración. Por consiguiente, es la formulación y ejecución de proyectos de investigación empleando nuevas tecnologías e innovaciones desde las diferentes áreas específicas de la ingeniería. Así, generan estrategias de mejoramiento para las organizaciones (Murray, Caulier-Grice y Mulgan, 2010).
Procesos de formación – Educación en ingeniería	La visión ingenieril permitirá crear ambientes de aprendizaje y formación que propicien la aprehensión de diversas temáticas haciendo uso de estrategias educativas. Los procesos investigativos desde una visión educativa e ingenieril deben dar respuesta a las necesidades de la creciente población mundial teniendo en cuenta cuatro (4) temas transversales: sostenibilidad, salud, vulnerabilidad y calidad de vida, temas que deben ser contemplados en diversos contextos (Tafur, 2017).
Medio ambiente	Proponer estrategias, desarrollos o proyectos con aplicaciones y soluciones medioambientales para las comunidades (rurales y urbanas) y organizaciones, estableciendo entornos ingenieriles de tipo ambiental.

**Fuente:** Coordinación de Investigación, Programa Ingeniería en SST (2019).

La Fundación Universitaria San Mateo cuenta con estrategias de formación en investigación-creación que deben considerarse como aquellos espacios curriculares y extracurriculares que promuevan en el estudiante la estructuración y fortalecimiento de sus habilidades investigativas, para la formulación y ejecución de proyectos de investigación a partir de contextos reales. El programa de ingeniería en SST cuenta con los siguientes espacios curriculares (ver figura 7): proyecto integrador y semilleros de investigación.

La estructura curricular aborda metodológicamente la investigación desde el área de formación de cada asignatura mediante el desarrollo del proyecto integrador. Con esta estrategia se pretende incentivar simultáneamente el proceso investigativo y desarrollo de competencias propias de la disciplina, soportados en el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). El desarrollo de los procesos investigativos del proyecto integrador tiene lugar en escenarios como encuentros académicos y socialización de resultados de investigación. Se brinda la posibilidad a los estudiantes de los niveles técnico, tecnológico y universitario, de participar en los grupos de investigación desde la perspectiva del proyecto integrador, fomentando el desarrollo de las habilidades para la comunidad en general.

**Figura 7.** Espacios curriculares que promueven la formación investigativa en el programa de ingeniería en SST



**Fuente:** Dirección del Programa de Ingeniería en SST (2019).

Los semilleros de investigación son una estrategia académica en la cual los estudiantes y docentes fortalecen las competencias investigativas como parte de su formación para la producción en investigación. Debe ser visto como grupo de aprendizaje conformado por estudiantes y docentes interesados en profundizar en temas de investigación formativa de orden disciplinar, con algún impacto de tipo social. Los semilleros han de alinearse al grupo de investigación, construir proyectos de tipo aplicativo orientados por las líneas de investigación y núcleos problemáticos, para la generación de soluciones en contextos cercanos al estudiante.

De acuerdo con lo anterior, la Fundación desarrolla competencias en investigación en los estudiantes. Así, promueve la “construcción y consolidación de procesos de formación que lleven a la generación, aplicación y difusión del conocimiento que contribuya a la solución de problemáticas sociales y que permita una integración a una cultura de desarrollo académico y tecnológico” (Fundación Universitaria San Mateo, 2019). Cada uno de los ciclos desarrolla

una competencia necesaria para el ciclo posterior que conducen a desarrollar habilidades de pensamiento crítico (como se observa en la figura 8).

**Figura 8.** Competencias investigativas formadas en la Fundación Universitaria San Mateo



**Fuente:** Dirección de Investigación (2019).

La investigación en la Fundación está orientada hacia la formación integral del estudiante, en el Proyecto Educativo Institucional 2018–2021 lo denominan “formación de profesionales idóneos para la sociedad” (Fundación Universitaria San Mateo, 2019). De esta forma el proceso investigativo establece la adquisición de competencias formativas transversalmente en procesos tecnológicos, desarrollo social, innovación y empresarialidad.

### A manera de conclusión

La construcción de comunidad académica en la Fundación Universitaria San Mateo promueve procesos de interpretación, análisis, abstracción, comparación, razonamiento, retroalimentación reflexión, entre otras. Son procesos académicos transversales y de formación permanente entre la comunidad que llevan a plantear posibles soluciones a problemáticas cotidianas y estructuración de competencias entre los estudiantes. Desde el fomento de competencias investigativas articuladas a las competencias genéricas del ingeniero en SST, lleva a moldear profesionales con pensamiento crítico. El ingeniero en SST desarrollará proyectos de investigación que cuenten con objetivos contextualizados en torno a los requerimientos a nivel mundial, regional o local, desde los diferentes campos acción de la SST, acordes a las nuevas relaciones laborales.

## Lista de referencias

- Álvarez Torres, S. H., y Riaño-Casallas, M. I. (2018). La política pública de seguridad y salud en el trabajo: el caso colombiano. *Gerencia y Políticas de Salud*, 17(35), pp. 111-131. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps17-35.ppps>
- Arias, W. L. (2012). Revisión histórica de la salud ocupacional y seguridad industrial. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 13(3), pp. 45-52.
- Baraza, X., Castejón, E., y Guardino, X. (2016). *Higiene industrial*. Barcelona: Editorial UOC.
- Ceballos, R., y Acevedo, A. J. (2019). Investigación del programa académico: elementos prácticos para su formulación. En J. F. López (Comp.) *Prospectiva de la gestión de la formación ingeniería de sistemas* (pp. 74-94). Bogotá: Editorial San Mateo.
- Colciencias. (2019). Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTeI, 2018. Minciencias. Recuperado de <https://minciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-0>
- Congreso de Colombia. (11 de julio de 2012). Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia ocupacional. [Ley 1562 de 2012]. Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1562\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1562_2012.html)
- Coordinación de Investigación Programa Ingeniería en SST. (2019). Documento Maestro Grupo de Investigación Desarrollos Industriales y en Seguridad y Salud para el Trabajo. Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria San Mateo.
- Dirección de Investigación. (2019). *Competencias Investigativas*. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo.
- Dirección de Programa de Ingeniería en SST. (2019). *Malla Curricular Programa de Ingeniería en SST*. Bogotá: Fundación Universitaria San Mateo.
- Escobar de Sierra, M. E., Calle, J. M., Castillo, M., Jaramillo, A., y Ochoa, M. L. (2013). Lineamientos para solicitud, otorgamiento y renovación de registro calificado. Programas de pregrados y posgrado. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación.
- Fundación Universitaria San Mateo. (2019). Plan de Desarrollo Institucional 2018 - 2021. Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria San Mateo.
- Garzón, C. (2016). Las competencias específicas en los programas por ciclos propedéuticos en el área de Ingeniería en Telecomunicaciones: caso Fundación para la Educación Superior San Mateo. En J. C. Arboleda (Ed.). *Colección Internacional de Investigación Educativa Tomo 5 - Educación, paz y sensibilidad pedagógica* (pp. 75-95). Bogotá: REDIPE.

- Gomero, R., Zevallos, E. C., y Llap, C. (2006). Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente y Salud Ocupacional. *Revista Médica Herediana*, 17(2), pp. 105-109.
- INS. (2017). Priorización de Líneas de Investigación en Salud Laboral en Colombia. Bogotá: INS.
- Jesiek, B. K., Haller, Y., y Thompson, J. (2014). Developing Globally Competent Engineering Researchers: Outcomes-Based Instructional and Assessment Strategies from the IREE 2010 China Research Abroad Program. *Advances in Engineering Education*, 4(1), pp. 1-31.
- Llaneza, J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista*. España: Lex Nova Eds.
- Lucarelli, E. Á., y Calvo, G. R. (2015). Interrogantes y aportes acerca de la formación en investigación. *Revista Latinoamericana de Políticas y Administración de La Educación*, 2(2), pp. 130-137.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Plan Decenal de Salud Pública 2012 - 2021. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Trabajo, y Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (2014). Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013 - 2021. Bogotá: Ministerio de Trabajo y Organización Iberoamericana de Seguridad Social.
- Murray, R., Caulier-Grice, J., y Mulgan, G. (2010). *The open book of social innovation*. Reino Unido: The young foundation.
- OIT. (2010). Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en transformación. Ginebra: OIT.
- OIT. (2011). Sistema de Gestión de la SST: una herramienta para la mejora continua. Turín: OIT.
- OIT. (2019a). Metas de los ODS pertinentes vinculados con los sistemas de información sobre el mercado de trabajo. OIT. Recuperado de [https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/lm-info-systems/WCMS\\_620648/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/lm-info-systems/WCMS_620648/lang-es/index.htm)
- OIT. (2019b). *Perspectivas sociales y del empleo en el mundo*. Ginebra: OIT.
- OPS, y OMS. (2015). Plan de acción sobre la salud de los trabajadores 2015 - 2025. Washington, Estados Unidos: OPS y OMS.
- Orué, M. W., Alzugaray, G. E., Pirog, N. A., y Bär, M. A. (2017). Experiencias en contexto para generar competencias en carreras de Ingeniería. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), pp. 221-231. DOI: <https://doi.org/rces.v25n37.a12>
- Palma, M., De Los Ríos, I., y Miñán, E. (2011). Generic competences in engineering field: A comparative study between Latin America and European Union. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, pp. 576-585. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.144>

- Parra, J. E. (2018). Construcción de la competencia investigativa en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), pp. 12-19. DOI: <https://doi.org/10.26507/rei.v13n25.812>
- Proyecto Tunning. (2007). *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. España: Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- Ralston, P. A., y Bays, C. L. (2015). Critical Thinking Development In Undergraduate Engineering Students From Freshman Through Senior Year: A 3-Cohort Longitudinal Study. *American Journal of Engineering Education*, 6(2), pp. 85-98. DOI: <https://doi.org/10.19030/ajee.v6i2.9504>
- Tafur, L. A. (2017). Hacia la transformación educativa en ingeniería. *Ingenierías USBMed*, 8(2), pp. 4-5. <https://doi.org/10.21500/20275846.3128>
- Tobón, S., Pimienta, J. H., y García, J. A. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Prentice Hall Pearson.
- Vidal, C. R. (2017). Lineamientos estratégicos dirigidos a la formación para la investigación en programas de ingeniería. *Revista Espacios*, 38(30), pp. 31-42.
- Zarazúa, J. L. (2014). Seguridad Industrial: Concepto y resignificaciones prácticas. *Gestión y Estrategia*, 46, pp. 91-108.