



Los estudiantes y egresados de Ingeniería Física pueden hacer parte de los diferentes grupos de investigación del Departamento de Ciencias Físicas y de la Escuela de Ciencias, como: Electromagnetismo Aplicado (Categoría A1), Óptica Aplicada (Categoría A), Modelado Matemático (Categoría A), Lógica y Computación (Categoría B), entre otros.

Con *STEM*, EAFIT aporta a la plataforma científica y tecnológica de Colombia

Con el modelo de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, el pregrado en Ingeniería Física de EAFIT contribuye con la formación de profesionales preparados para responder a los retos del país en estas áreas.

Mónica María Vásquez Arroyave
Colaboradora

Hace cerca de dos décadas se generó en Estados Unidos una crisis de profesionales en las áreas de ciencia e ingeniería porque los programas empezaron a tener poca demanda y a presentar deserción estudiantil. Esta situación alertó al sistema educativo debido a que de la ciencia y la tecnología se deriva la innovación y el desarrollo de un país.

Ese panorama, sumado a la identificación de fallencias en la formación de ingenieros y de otros profesionales asociados a la ciencia, conllevó el surgimiento del concepto de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM*, por su sigla en inglés).

Este modelo, que en la actualidad es de uso generalizado en todo el mundo, fue acuñado en el país

del norte con dos propósitos: primero, fortalecer el aprendizaje de los profesionales al integrar diferentes áreas de la ciencia y la tecnología y, segundo, aprovechar esa unión para motivar el desarrollo de habilidades y capacidades para que puedan ser exitosos.

Así lo plantea Mauricio Arroyave Franco, jefe del Departamento de Ciencias Físicas de EAFIT, quien recuerda que en los textos y artículos científicos referentes a la educación de ingenieros y científicos se empezó a hablar de *STEM*, tendencia acogida a escala mundial luego de identificar la dificultad para atraer personas a esas ramas del saber.

STEM en EAFIT

Aunque el pregrado se creó hace 13 años (ver 'Ingeniería Física, un hito'), en vista de que el concepto *STEM* se empezó a constituir en un tema de mayor discusión, desde 2015 el Departamento de Ciencias Físicas decidió analizar esta metodología de trabajo para considerar su implementación en el pregrado de Ingeniería Física.

"Lo sorprendente fue descubrir que toda la literatura sobre dicho concepto describía un programa como el nuestro, estructurado como si se hubiera concebido considerando la metodología *STEM* desde el principio", afirma el profesor Mauricio Arroyave.

Para Daniel Velásquez Prieto, profesor del Departamento de Ciencias Físicas de EAFIT, al crear el pregrado identificaron áreas temáticas relacionadas con las nuevas tecnologías que, por considerarse muy aplicadas, no estaban dentro del ámbito de la física o de la ciencia. Sin embargo, tampoco eran abordadas desde la ingeniería porque eran vistas como parte de la ciencia.

"Al diseñar el pregrado habíamos detectado profesionales formados en física con un perfil muy enfocado hacia el saber, pero que desconocían un poco el propósito de esa ciencia para revertir procedimientos de la ingeniería, es decir, para dirigirla a aspectos tecnológicos, y viceversa. Por tanto, el pregrado articuló el saber con el hacer desde un principio al conjugar dos áreas del conocimiento que, de alguna manera, habían estado un poco divorciadas", aduce el docente Velásquez.

Teniendo en cuenta que estos temas de investigación se caracterizan por su enfoque aplicado, con el modelo de competencias *STEM* los estudiantes son capaces de abordar problemas de nuevas tecnologías desde su fundamentación. De esta manera, pueden

aportar soluciones a problemas en campos como la medicina, los materiales, la instrumentación, la óptica, los plasmas, entre otros, indica Daniel Velásquez.

Por eso, para afianzar las competencias del modelo *STEM*, los estudiantes de Ingeniería Física en el primer semestre ven diferentes asignaturas que les permiten por un lado entender el desarrollo de las ciencias y sus hitos, en especial de la física, a lo largo de los siglos y hasta el presente, y por otro lado conocer los tipos de desarrollos que hacen los ingenieros físicos.

"Lo sorprendente fue descubrir que toda la literatura sobre dicho concepto describía un programa como el nuestro, estructurado como si fuera *STEM* desde el principio": Mauricio Arroyave Franco, jefe del Departamento de Ciencias Físicas de EAFIT.

En el segundo y el tercer semestre desarrollan proyectos experimentales, enfocados en máquinas, materiales, prototipos y simulación. Es decir, desde el segundo semestre los estudiantes abordan su formación en ciencias y, de manera simultánea, en ingeniería. De esta manera, empiezan a construir objetos como ingenieros, pero basados en la ciencia. Por tanto, trabajan en un caso de estudio así como en la solución de un problema, que es resuelto a partir de diversas herramientas tecnológicas.

"Los estudiantes de segundo semestre tienen que generar un sistema basado en microcontroladores, unos dispositivos que se pueden programar para que ejecuten procedimientos. En este proceso aplican las competencias *STEM* y cada semestre deben resolver un problema diferente", acota Alejandro Marulanda Tobón, jefe del pregrado en Ingeniería Física de EAFIT.

Entre el cuarto y el sexto semestre, trabajan en proyectos instrumentales, relacionados con electrónica digital, electrónica analógica y control, puntualiza el profesor Mauricio Arroyave.

En los semestres séptimo y noveno, se enfrentan a la solución de problemas reales que provienen de los grupos de investigación de la Universidad, o de las *spin off* o de empresas externas, lo cual les permite foguearse en un ambiente muy cercano a lo que será su ejercicio profesional, pero aún bajo la supervisión académica de sus profesores. El octavo semestre es en el que realizan su práctica profesional.



En la actualidad, el 30 por ciento de los egresados de Ingeniería Física realiza estudios de doctorado o trabajan fuera del país, gracias a la versatilidad que les brinda el modelo *STEM*.

Formación de investigadores

Con el modelo *STEM*, los estudiantes también desarrollan habilidades en investigación para poder resolver los problemas. Para lograrlo, deben explorar la literatura científica, realizar pesquisas, revisar estados del arte, mirar soluciones de casos similares, revisar patentes y, gracias a esta dinámica, obtienen madurez en procesos investigativos.

Pese a que los primeros grados de este pregrado fueron en 2009, tres de los 42 egresados del programa –que a 2016 ya contaba con 110 estudiantes– son doctores: uno en Física y dos en Ingeniería, cuyos títulos fueron obtenidos en Argentina, Holanda y Francia, respectivamente.

“El hecho de que recientemente nos hayan otorgado la acreditación de alta calidad es un garante de que las cosas se están haciendo bien, aunque siempre hay que mejorar”: Alejandro Marulanda Tobón, jefe del pregrado en Ingeniería Física de EAFIT.

En la actualidad, el 30 por ciento realiza estudios de doctorado o trabajan fuera del país y, gracias a la versatilidad que les brinda el modelo *STEM*, son capaces de insertarse con facilidad en la resolución de problemas de cualquier tipo, entre otros, en fotónica, óptica de nanotecnología, materiales, microingenie-

ría, plasma, física aeroespacial e ingeniería nuclear.

Por ejemplo, asegura Mauricio Arroyave, algunos egresados están vinculados con centros internacionales de investigación como el Centro de Investigaciones Nucleares de Bélgica, la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (ETH) en Suiza, el Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la Nasa en California (Estados Unidos) y el Radiation Surface Science and Engineering Lab en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign (Estados Unidos). Otros han hecho parte de empresas de robótica muy importantes en el mundo como Aldebaran Robotics.

Luz María Martínez Sierra, ingeniera física de EAFIT, quien es investigadora en el California Institute of Technology y labora en el JPL de la Nasa, asegura que el solo hecho de trabajar allí requiere capacidades de *STEM* debido a que la interacción con científicos e ingenieros del laboratorio no es fácil.

Para poder interactuar a diario en el JPL se debe entender el lenguaje, aportar ideas o hacer parte de un equipo de trabajo especializado en diseñar naves espaciales, lo que es todo un reto *STEM* no solo tecnológico, sino también científico o de ingeniería, concluye Luz María.

Proyección

Lo más importante que tienen los ingenieros físicos de EAFIT para responder a las necesidades del medio y del país es la capacidad de abordar problemas que competen a la física y llevarlos a soluciones propias de la ingeniería. Además, el propósito es que no solo apropien las técnicas o tecnologías provenientes del exterior, sino que también las desarrollen y las implementen, afirma el profesor Alejandro Marulanda.

Lo que menciona el docente se ha cumplido en varios frentes, por ejemplo, con la participación de estudiantes del pregrado en algunos proyectos con enfoque *STEM* como las *spin off* de EAFIT: Helios, Tecnologías Marte y Tecno plasma. También se destacan iniciativas desarrolladas en conjunto con Bancolombia y la participación de Daniel Sierra, uno de los egresados del pregrado que ya es doctor, en la Alianza Caoba, el Centro de Excelencia y Apropiación en Big Data y Data Analytics.

+

Ingeniería Física, un hito

El pregrado en Ingeniería Física surgió en 2004 en EAFIT como una herramienta para solucionar problemas de la industria, sin tener como base el modelo *STEM*. “A pesar de que era el quinto programa de ingeniería física del país, fue pensado con una lógica distinta, con una malla curricular que satisficiera el perfil de un ingeniero físico con habilidades en instrumentación, electrónica, control y materiales”, explica Mauricio Arroyave Franco, jefe del Departamento de Ciencias Físicas.

Para Luciano Alberto Ángel Toro, decano de la Escuela de Ciencias de EAFIT, este pregrado marcó un hito muy importante para la Escuela de Ciencias y Humanidades (Escuela de Ciencias desde 2015), porque fue el primer programa académico que tuvo el área de Física y el segundo del Departamento de Ciencias Básicas.

“Con la creación del programa se generó la oportunidad de crecimiento del área de física, debido a que demandaba mucho más recurso humano y físico especializado. Tanto así que en 2008, cuatro años después de iniciar con el programa, empezamos a diseñar la maestría en Física Aplicada, que comenzó en 2011”, recuerda el Decano.

Con el modelo de competencias *STEM* del programa de Ingeniería Física, basado en las necesidades del entorno, EAFIT contribuye al desafío que afronta Colombia de desarrollar toda su plataforma científica y tecnológica que aún es muy incipiente. Para lograrlo, el país necesita profesionales capacitados, debido a la baja proporción de estudiantes universitarios que pertenecen a áreas de ciencia e ingenierías afines a las ciencias naturales, afirma el directivo.

“El desarrollo tecnológico ayuda a que los países mejoren. Por eso, no es extraño que la ingeniería física responda a las necesidades de Colombia, ya que se relaciona con lo que en la actualidad impulsa al mundo: poder traducir la ciencia y los conocimientos base en desarrollos útiles para la humanidad, a cualquier nivel, sea en el hogar, la agricultura, la astronomía, los medicamentos, la salud, entre otros”, concluye Alejandro Marulanda Tobón, jefe del pregrado en Ingeniería Física.



Foto: Robinson Henao

Luciano Alberto Ángel Toro

Físico y magíster en Física, Universidad de Antioquia. Doctor en Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (Argentina). Decano de la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT. Áreas de interés: ciencias naturales, ciencias físicas y óptica.

Daniel Velásquez Prieto

Físico, Universidad de Antioquia; especialista en Óptica Técnica y magíster en Física, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Docente del Departamento de Ciencias Físicas y miembro del grupo de investigación en Óptica Aplicada, donde coordina la Línea de Procesamiento Óptico – Holografía. Áreas de intereses: holografía de exhibición monocolor y a color, *displays* holográficos, holografía sintética y de escritura directa.

Mauricio Arroyave Franco

Ingeniero electrónico y magíster en Física, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Jefe del Departamento de Ciencias Físicas (Escuela de Ciencias) de la Universidad EAFIT, donde se ha desempeñado como profesor. Es miembro del grupo de investigación en Electromagnetismo Aplicado.

Alejandro Marulanda Tobón

Ingeniero de Control, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín); magíster en Automática, Robótica e Informática Industrial, magíster en Agroingeniería y PhD en Agroingeniería, Universitat Politècnica de València (España). Jefe del pregrado en Ingeniería Física de la Universidad EAFIT. Áreas de interés: control automático, instrumentación electrónica y remota, y Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD).