

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Documento PROYECTO EDUCATIVO DE PROGRAMA PEP

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES

La Universidad Autónoma de Colombia, destaca que la tecnología de la producción y los servicios debe ser para el ingeniero electromecánico objeto de apropiación, adaptación e innovación, mediante la metodología del diseño como ejercicio fundamental del ingeniero. La conjugación de componentes para la formación integral será el aspecto predominante y característico del desempeño profesional que requiere el país, que se resume en un compromiso con la asimilación e implementación de nuevas tecnologías para la reconversión energética, a partir de la transformación eficiente y el uso racional de la energía, e industrial, mediante la automatización de los procesos de producción de bienes y servicios.

PERFIL

La FUAC, a través de su Programa de Ingeniería Electromecánica, en desarrollo de sus objetivos de entregar al país profesionales con sólida formación integral, proyecta un ingeniero altamente calificado en la integración de los componentes humanístico-cultural, científico-tecnológico, profesional e investigativo, con visión prospectiva, crítica y reflexiva del mundo objetivo, capaz de desempeñarse en forma creativa, racional y ética, en la búsqueda y diseño de soluciones a los problemas que aquejan la sociedad colombiana, impulsando con conciencia ecológica la actividad transformadora del hombre frente a la naturaleza, asimilando e incrementando en favor de la comunidad los avances que depara el vertiginoso desarrollo científico-tecnológico y manteniéndose actualizado ante la evolución social, política y cultural.

En el ámbito de lo personal, el ideal que impulsó a la Universidad Autónoma a crear el Programa de Ingeniería Electromecánica fue el de la formación integral del estudiante, formación en la cual deben destacarse los siguientes elementos:

- ✓ Sólida fundamentación ética y humanística con clara visión del contexto y especial sentido de compromiso.
- ✓ Principios, valores y actitudes en lo democrático, en el liderazgo, la tolerancia, la solidaridad y la superación.
- ✓ Una adecuada disciplina de investigación, estudio y trabajo, en continua motivación de su espíritu crítico, creativo y emprendedor.

En lo prospectivo, la capacidad investigativa, fruto de la configuración de los elementos heurísticos, simbólicos, críticos y de autodesarrollo -componentes de la formación integral del nuevo ingeniero- será el aspecto predominante y característico de su desempeño profesional, comprometido con la asimilación e implementación de nuevas tecnologías para la reconversión energética e industrial, condición ineludible para el desarrollo sostenible del país.

En lo ocupacional las características propias de la formación proyectada para el ingeniero electromecánico se verán plasmadas en su desempeño profesional. Desempeño determinado por el conocimiento, la asimilación y la capacidad de innovación de nuevas tecnologías en dos aspectos fundamentales: en primer lugar la obtención, la transformación eficiente y el uso racional de la energía como condiciones indispensables para una reconversión energética sustentable y, en segundo lugar, la automatización de los procesos de producción de bienes y servicios para una profunda reconversión industrial, como premisas imprescindibles para materializar los planes de desarrollo económico y social del país.

Actividades profesionales asociadas al ingeniero electromecánico

- ✓ Diseñar, adecuar y optimizar sistemas de generación, transformación y distribución de energía, acudiendo a fuentes, formas y procesos de máxima eficiencia y a criterios de plena y racional armonía con la sociedad y el medio ambiente.
- ✓ Proyectar, dirigir y ejecutar la fabricación y manejo de máquinas, equipos, instrumentos, mecanismos cuyo principio de funcionamiento sea eléctrico, mecánico, térmico, hidráulico, neumático o una combinación adecuada de ellos.
- ✓ Concebir, diseñar y adaptar tecnologías tendientes a la automatización de los procesos de producción de bienes y servicios con miras a satisfacer necesidades de diferentes sectores sociales del país.
- ✓ Hacer uso intensivo de las nuevas herramientas tecnológicas para la simulación, el análisis y la solución de los problemas planteados para la ingeniería electromecánica.
- ✓ Diseñar, optimizar y controlar los procesos de fabricación de máquinas, equipos o sistemas requeridos para la modernización de la industria, el agro y los servicios.
- ✓ Diseñar elementos y dispositivos de control y monitoreo para los sistemas de generación, transformación y utilización de energía, o en la construcción de máquinas y sistemas de producción asociados.
- ✓ Planificar, orientar, gestionar y ejecutar programas de mantenimiento en los aspectos predictivo, preventivo y correctivo de equipos industriales con el propósito de extender la vida útil, reducir los costos de operación y garantizar la disponibilidad y confiabilidad.
- ✓ Impulsar y desarrollar programas de investigación en el sector energético y metalmeccánico que, a partir de la identificación de problemas particulares, proponga y diseñe soluciones que conduzcan al crecimiento de los sectores mencionados.

- ✓ Participar en equipos interdisciplinarios para la investigación y generación de proyectos encaminados a la solución de problemas de amplia cobertura social.
- ✓ Gestionar e impulsar su propia empresa.

PLAN DE ESTUDIOS

En concordancia con la estructura curricular establecida de acuerdo con el modelo pedagógico de la FUAC, el plan de estudios puede presentarse atendiendo a sus elementos de macroestructura, Estudios Generales, Estudios Básicos, Estudios Profesionales y Estudios de Profundización). También se puede presentar atendiendo a sus elementos intermedios o de mesoestructura, como son las áreas del conocimiento.

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO.

➤ Área de humanidades

Bajo esta denominación se agrupan los conocimientos generales que, en intrínseca relación con las áreas profesionales, aportarán a la formación integral del ingeniero. El desarrollo de la creatividad, del análisis, del conocimiento histórico de la humanidad y el desarrollo de la sociedad están presentes en los componentes artísticos, filosóficos, humanísticos y sociológicos diseñados y programados de forma flexible y opcional semestre a semestre.

Tabla 1. Asignaturas del área de humanidades

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|------------------------------------|----------|--------------------|
| Taller de lenguaje 1 | 2 | Estudios generales |
| Taller de lenguaje 2 | 2 | Estudios generales |
| Legado occidental | 2 | Estudios generales |
| Procesos de pensamiento | 2 | Estudios generales |
| Electiva Disciplinar y tecnológica | 2 | Estudios generales |
| Electiva de Contexto | 2 | Estudios generales |
| Ética y constitución | 2 | Estudios generales |
| Inglés 1 | 1 | Estudios generales |
| Inglés 2 | 1 | Estudios generales |
| Inglés 3 | 1 | Estudios generales |
| Inglés 4 | 1 | Estudios generales |
| Inglés 5 | 1 | Estudios generales |
| Total | 19 | |

➤ Área de investigación

La investigación como proceso de generación de conocimiento tiene una función primordial en las instituciones de educación superior, que se formula en la necesidad de formar profesionales con conciencia crítica, capacidad de análisis, comprensión e innovación. Debe existir una estrecha relación entre la ciencia y el desarrollo, entre la investigación y el aprendizaje. En efecto, la investigación como práctica diaria del estudiante en el desarrollo de sus actividades de aprendizaje tiene gran valor metodológico para el proceso de construcción de su conocimiento y genera una actitud crítica, innovadora y creadora que complementa su formación y capacidad para desempeñarse en los procesos productivos que son cada vez más exigentes y complejos.

En esta área se plantea un programa de procedimientos metodológicos y contenidos generales acerca del proceso de investigación. Sin embargo, los objetivos se lograrán sólo con la participación intensa y decidida de la dirección del Programa y el equipo docente, al enfatizar su función académica, al liderar en el sentido investigativo cada una de las asignaturas, al implementar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, al conformar grupos de estudio vinculados con el sector productivo para que paulatinamente se transformen en grupos de investigación.

Tabla 2. Asignaturas del área de investigación

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| Seminario de investigación | 1 | Estudios de profundización |
| Trabajo de grado | 3 | Estudios de profundización |
| Total | 4 | |

➤ Área de informática

El computador se ha convertido en una de las herramientas más ampliamente utilizadas en el mundo moderno, facilita la producción intelectual de manera más eficiente; ayuda a graficar, escribir, simular y calcular procesos que requerirían de gran dedicación y tiempo utilizando herramientas convencionales. Las labores relacionadas con la informática gozan de una gran injerencia en todas las actividades del hombre, hasta el punto de convertirse en factor imprescindible y determinante en la producción industrial y de bienes y servicios.

La informática en el proceso de enseñanza-aprendizaje se hace indispensable para el manejo de la información, ya sea como objeto de conocimiento o como medio para lograr la apropiación de conocimientos. Además, brinda la posibilidad de acceder o difundir fácilmente la información a través de las redes, esto permite que el conocimiento se pueda presentar de diferentes maneras, de forma tal que el estudiante puede interactuar con el sistema y se convierte en parte activa del proceso de aprehensión del conocimiento.

Para el ingeniero, cuyo ejercicio fundamental es el diseño, representa la posibilidad de interactuar con modelos o prototipos, generar imágenes parciales o definitivas, optimizar resultados, programar y automatizar sistemas, además de planear, organizar, gestionar y administrar los procesos productivos de bienes y servicios.

Tabla 3. Asignaturas del área de informática

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Software de ingeniería | 2 | Estudios básicos. |
| Algoritmos y programación | 2 | Estudios básicos |
| Programación de computadores | 2 | Estudios básicos |
| Simulación digital | 3 | Estudios profesionales |
| Total | 9 | |

➤ **Área de Matemáticas y Estadística**

Es innegable que las matemáticas son una de las ciencias pilares en que se fundamenta la formación y el ejercicio profesional del ingeniero. La inevitable permanencia y universalidad de los principios matemáticos, su independencia respecto del tiempo y del medio cultural permiten la continua comunicación entre pueblos al transmitir sin alteraciones los conocimientos del estudio de esta ciencia.

La abstracción, los conceptos y los resultados de la teoría matemática encuentran muchas y diversas aplicaciones en la ingeniería y en la vida diaria. Por ejemplo, su carácter deductivo, que es sólo uno de los aspectos prácticos de las matemáticas, permite la simulación del mundo real a través de modelos en los que se buscan propiedades y relaciones que los satisfagan.

La competencia en los mercados nacionales e internacionales, el incremento en complejidad y calidad de los productos y/o procesos industriales y de servicios, y el alto grado de desarrollo de las organizaciones plantean grandes retos que demandan del pensamiento matemático para la creación, la interpretación y el análisis de modelos que permitan utilizar ágil y racionalmente la cantidad de información derivada de la ciencia y la tecnología. Esta exigencia se manifiesta, por ejemplo, con la matemática discreta, que permite resolver problemas de naturaleza continua transformándolos en ejercicios algebraicos que se solucionan con gran facilidad aprovechando las herramientas informáticas, así se alcanza una reducción en el tiempo y en los costos para la solución de problemas.

El reconocimiento de estos rasgos de las matemáticas son fundamental para su comprensión y aplicación, por lo tanto, deben mantenerse latentes durante el proceso de fundamentación y formación profesional del futuro ingeniero.

Por otro lado, el ingeniero electromecánico debe tener fundamentos sólidos en la ciencia de la estadística, las probabilidades y la investigación de operaciones. Estas herramientas son indispensables para abordar problemas relacionados con la investigación tecnológica durante el proceso de formación y en el posterior desempeño en las tareas propias del ejercicio profesional. El campo de acción se puede ubicar en labores relacionadas con el control de calidad, la gestión de mantenimiento, la regulación y el control de sistemas automatizados, la simulación, la toma de decisiones y el diseño de soluciones a los problemas propios de la apropiación de tecnología.

Tabla 4. Asignaturas del área de matemáticas y estadística

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| Cálculo diferencial | 4 | Estudios básicos |
| Cálculo integral | 3 | Estudios básicos |
| Álgebra lineal | 3 | Estudios básicos |
| Cálculo multivariado | 3 | Estudios básicos |
| Ecuaciones diferenciales | 3 | Estudios básicos |
| Matemáticas especiales | 3 | Estudios básicos |
| Probabilidad y estadística | 4 | Estudios básicos |
| Total | 23 | |

➤ **Área de Ciencias Naturales**

El conocimiento objetivo del mundo material, en cuanto a su estructura, organización, fenómenos, leyes y principios, constituye el bagaje científico fundamental del ingeniero. Dicho conocimiento puede alcanzarse mediante el estudio profundo y ordenado de las ciencias naturales.

La física es considerada una ciencia experimental cuya construcción depende de la observación y de la medición de los fenómenos naturales, pretende explicar el cómo y el por qué ocurren los eventos en el medio natural. En general, la física tiene como propósito la descripción del comportamiento de sistemas materiales en un cierto conjunto de circunstancias, para luego predecir su comportamiento en otras situaciones.

Los hechos, procedimientos y la visión de la física clásica continúan teniendo validez y encuentran aplicaciones importantes en muchos aspectos y situaciones presentes en la vida cotidiana. Sin embargo, los conceptos de la física cuántica y la teoría de la relatividad que se integran al estudio de la física moderna constituyen el fundamento científico de nuevas tecnologías, como la microelectrónica, la biotecnología o los nuevos materiales, que generan campos de acción indispensables para la actualización y el desempeño profesional del futuro ingeniero.

El estudio de la química tiene que ver con la composición, estructura y propiedades de la materia, que junto con los cambios que experimenta durante las reacciones permite encontrar relaciones con la energía. La química tiene gran importancia en muchos campos del conocimiento, como la ciencia de los materiales, la medicina, la biología o la ingeniería, entre otros.

En su continua lucha por sobrevivir y lograr mejores condiciones de vida, la humanidad se enfrenta a la escasez de materiales y energía, lo mismo que a la degradación del medio ambiente y otras amenazas. La solución a estos problemas se podría lograr con conocimientos derivados del desarrollo moderno científico-tecnológico en los campos de la física y la química, para aplicarlos en las correspondientes labores de ingeniería.

El desarrollo adecuado de las asignaturas propuestas para el área, conduce a cumplir con los siguientes objetivos para la formación del estudiante:

Tabla 5. Asignaturas del área de ciencias naturales

| Asignatura | Créditos | Estructura |
|-------------------------------|----------|--------------------------------|
| Química general | 3 | Componente de estudios básicos |
| Mecánica de partículas | 4 | Componente de estudios básicos |
| Mecánica de sólidos y fluidos | 4 | Componente de estudios básicos |
| Electromagnetismo | 4 | Componente de estudios básicos |
| Física moderna | 3 | Componente de estudios básicos |
| Total | 18 | |

➤ **Área de gestión económico-empresarial**

Un examen al oficio del ingeniero dentro del contexto social sugiere que se puede ubicar como el enlace natural entre la comunidad científica y el mundo empresarial. Además de las funciones definidas en aspectos técnicos, como el diseño de sistemas a partir de las especificaciones requeridas y de las condiciones de trabajo, el ingeniero debe presentar sus proyectos en términos económicos y financieros, para lo cual debe tener los suficientes conocimientos en puntos relacionados con rentabilidad, indicadores para medir la ventaja de la inversión, tasas de interés, tratamiento del riesgo, financiamiento, etc.

La formulación y evaluación de proyectos, su evaluación y análisis, ya sea de productos o servicios, la gestión de los recursos físicos y humanos disponibles, el ejercicio de la consultoría y el desempeño en cargos administrativos requieren la presencia activa de todos los elementos de su formación integral, en especial los específicos de las ciencias económicas y administrativas.

A partir de estos propósitos se plantean los siguientes objetivos para el área de gestión económico-empresarial.

Tabla 1. Asignaturas del área de gestión económico-empresarial

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Gestión empresarial básica | 3 | Estudios profesionales |
| Gestión empresarial avanzada | 3 | Estudios profesionales |
| Optimización | 3 | Estudios Básicos |
| Total | 9 | |

➤ **Área de diseño**

El diseño se considera tradicionalmente como la actividad central o distintiva del ingeniero. De ahí que los programas de ingeniería gradúan estudiantes que pueden diseñar soluciones efectivas a las necesidades sociales. Para el programa de Ingeniería Electromecánica se entiende el diseño en ingeniería como un proceso sistemático e inteligente, en el cual se generan, evalúan y definen los conceptos para aparatos, sistemas o procesos cuya forma o funcionamiento alcanza los objetivos del cliente o cubre las necesidades del usuario, mientras satisface un conjunto de restricciones físicas, sociales o económicas especificadas.

El diseño es, por tanto, un ejercicio de creatividad e innovación aplicadas en el que se integran numerosas disciplinas y donde es innegable el papel fundamental que juega la experiencia del diseñador. Tradicionalmente se atribuyen al ingeniero funciones como calcular, aplicar, adaptar, elaborar, programar, dirigir, solucionar, etc., pero dichas funciones se deben implementar a procesos, proyectos, obras, productos que cumplan con una aplicación específica.

El proceso de diseño mecánico exige del ingeniero un conocimiento profundo de ciencias técnicas como la mecánica, la ciencia de los materiales y los procesos de fabricación. Otros elementos básicos que aportan al trabajo del diseñador están relacionados con el dibujo, en especial en aspectos relacionados con el dimensionamiento y normatividad de elementos de máquinas y equipos, así como los principios de mecanismos y el análisis del movimiento.

La mecánica, como profundización de la física, describe y predice el efecto de la interacción entre cuerpos o sistemas de cuerpos, en condiciones de reposo o movimiento, tiene en cuenta las relaciones básicas entre fuerzas y efectos internos. Su aplicación lleva al diseño de estructuras y mecanismos, al estudio de las condiciones de equilibrio estático y dinámico de elementos, sistemas, aparatos que desembocan en la construcción de máquinas para satisfacer necesidades específicas.

La ciencia de los materiales aporta al proceso de diseño el conocimiento de materiales industriales, metálicos o no metálicos, de sus formas de obtención, composición y comportamiento a partir de las propiedades físicas, químicas, mecánicas, acústicas y eléctricas, que a su vez están relacionadas y dependen de los procesos de transformación y manufactura de acuerdo con los requerimientos. Es conveniente resaltar los avances recientes en la obtención de polímeros, cerámicos, materiales compuestos, aleaciones especiales y sus grandes posibilidades de aplicación en el diseño y fabricación de productos de última tecnología.

El dibujo, como lenguaje gráfico universal de ingeniería, juega un papel esencial en el diseño de productos y procesos, debido a la compresión espacial que brinda (en especial desde el punto de vista de la geometría descriptiva), a una normalización internacional adecuada para el entendimiento de las máquinas y a la facilidad para crear bosquejos de posibles soluciones.

Todos estos elementos que se convierten en pilares del diseño en ingeniería, se unen para aprovechar con eficiencia las herramientas informáticas disponibles en la actualidad. Los análisis teóricos, con la ayuda del computador, permiten hacer diseños más precisos y confiables, además, debido a las posibilidades del modelado virtual, se reduce el número de modificaciones en los prototipos y se optimizan el tiempo y los costos del análisis. Son innumerables los programas desarrollados para este fin, se encuentran en el mercado aplicaciones especializadas en fatiga, vibraciones, deformaciones, comportamiento térmico, cálculos estructurales, modelamiento de procesos, visualización gráfica, etc., que atraen a los estudiantes y los utilizan con gran facilidad.

Tabla 7. Asignaturas del área de diseño

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Diseño gráfico | 3 | Estudios básicos |
| Geometría descriptiva | 3 | Estudios básicos |
| Análisis de estructuras | 4 | Estudios profesionales |
| Análisis de mecanismos y máquinas | 4 | Estudios profesionales |
| Ciencia de los materiales | 3 | Estudios profesionales |
| Procesos de fabricación | 3 | Estudios profesionales |
| Diseño de ingeniería | 3 | Estudios profesionales |
| Electiva Técnica | 3 | Estudios de profundización |
| Total | 26 | |

➤ **Área de Energética.**

La mayoría de los procesos en que interviene el ingeniero suponen la energía, ya sea como producto o como instrumento para producción. En efecto, la disponibilidad de energía continuará siendo el motor del desarrollo social. De la inventiva que tenga el hombre para hallar nuevas fuentes y métodos que utilicen toda forma de energía con mayor eficiencia dependerá que la humanidad pueda afrontar el nuevo siglo con autosuficiencia de energéticos. El ingeniero, y específicamente el electromecánico formado para las industrias productoras y consumidores de energía, requiere un conocimiento profundo en el área de los fluidos y del calor como agentes portadores de energía y su transformación en máquinas térmicas e hidráulicas.

La energía eléctrica es la forma de energía más limpia y versátil de que se dispone actualmente. Su demanda se duplica prácticamente cada diez años, de aquí la importancia de que los procesos de generación operen tan eficientemente como sea posible y que se utilicen al máximo los recursos finitos de combustible.

La conversión eficiente de energía primaria en energía eléctrica, y en general en energía mecánica, continúa siendo gran problema para la ciencia y la ingeniería. Lo anterior se debe a que, con excepción de la energía hidráulica, las fuentes principales de energía fósil, solar, nuclear y geotérmica se manifiestan en forma de energía térmica; energía que no tiene gran utilidad directa y que sólo parcialmente se puede convertir en mecánica para su utilización.

Existen métodos para convertir energía química, nuclear y solar directamente en mecánica o eléctrica y en procesos tales como el magnetohidrodinámico o la pila de combustible los rendimientos teóricos son excelentes; sin embargo, la tecnología para lograrlos aún es materia de perfeccionamiento debido en especial a los altos costos.

Los sistemas de transporte operan con el rendimiento global más bajo, de ahí la necesidad de su optimización e interés en sistemas no convencionales que utilicen otros combustibles y fuentes de energía: el hidrógeno, el metanol y el gas natural como combustibles y el desarrollo de vehículos de propulsión por baterías, cuya fuente primaria de energía podría ser carbón, uranio, energía solar o de fusión.

El motor de combustión interna, al igual que la turbina de vapor, ha revolucionado las sociedades industrializadas. Ambos presentan tecnologías altamente desarrolladas y confiables que seguirán compitiendo ante las alternativas que surjan; no obstante las restricciones de energía primaria y ecológico-ambientales suponen para inicios del presente siglo nuevas tecnologías de propulsión.

El suministro creciente, continuo y seguro de la electricidad a escala mundial se ha basado en el aprovechamiento de los combustibles fósiles como petróleo, carbón y gas natural. Pero las existencias de estos energéticos son limitadas; es más, se prevé su extinción en los próximos decenios. La utilización generalizada de la energía nuclear se vislumbra como la solución más viable. En efecto, la desintegración nuclear como fuente primaria de energía utilizada con criterios especialmente precisos y rigurosos constituye un progreso científico sin precedentes, de acción segura y manejo responsable que considera estrictamente todos los elementos materiales y humanos. En este sentido, una nueva conciencia tecnológica y social debe desarrollarse.

Las exigencias de la industria de producción y distribución energética en las últimas dos décadas, han evidenciado que la demanda para la industria, el transporte y el sector productivo, ha pasado de ser un asunto estratégico de interés para las naciones y regiones industrializadas, para convertirse en un reto para la investigación y el desarrollo de innovaciones en ingeniería, que reduzcan la degradación del medio en el cual se realizan los procesos transformadores generando aplicaciones y soluciones alternativas, bajo la ética de preservación del ambiente y el uso racional de la energía. En consecuencia, se exigen profesionales capaces de planear y ejecutar proyectos que requieren aplicación de nuevas tecnologías y su adaptación a la demanda que el mercado nacional y transnacional impone con énfasis en la sostenibilidad.

Es indudable que la misión actual del ingeniero queda definida por las prioridades tecnológicas establecidas como políticas y estrategias en los planes estatales de desarrollo.

El PEN 2006-2025, constituye directriz y marco general para el desarrollo de la energética en el país. Destaca dos estandartes complementarios, como son, “El Uso Racional y Eficiente de Energía (URE), entendido como el aprovechamiento óptimo de la energía en todos los eslabones de las diferentes cadenas energéticas” y “El uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) como alternativa válida para evitar la destrucción de ecosistemas y disminuir los riesgos que representan asuntos como el cambio climático o el deterioro de la capa de ozono, debidos en gran medida al consumo de energía fósil¹”.

La práctica de URE debe realizarse partiendo de la selección de la fuente energética, optimizando su producción, transformación, transporte, distribución y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible. De esta manera se constituye en una medida efectiva para propiciar el crecimiento económico, el desarrollo social y por tanto el bienestar nacional, contribuyendo a la sostenibilidad del desarrollo colombiano.

El Congreso Nacional mediante la expedición de la Ley 697 de 2001, declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. Con la promulgación de esta ley se sentaron las bases jurídicas necesarias para que el Estado pueda organizar, fomentar e impulsar el criterio URE y promover la utilización de las energías alternativas de manera efectiva en Colombia. Los proyectos URE que están relacionados con el uso final de la energía y la eficiencia energética implican un alto componente de transferencia tecnológica, renovación y modernización del parque de equipos de conversión usados en todos los sectores, fortaleciendo así el objetivo final del PEN: *Investigación y Desarrollo*.

En la actualidad en Colombia el área de *Energética* ocupa la atención de entidades y personal relacionado con proyectos de *Investigación y Desarrollo* I+D con el apoyo del estado, a través de políticas plasmadas en el PEN, donde se involucran Instituciones de educación superior, las instituciones para la investigación y el desarrollo, asociaciones gremiales y profesionales

Tabla 8. Asignaturas del área de Energética

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| Electrotecnia | 4 | Estudios profesionales |
| Termodinámica | 3 | Estudios profesionales |
| Máquinas Hidráulicas | 3 | Estudios profesionales |
| Motores Térmicos | 3 | Estudios profesionales |
| Producción de Energía | 3 | Estudios profesionales |
| Electiva Técnica | 3 | Estudios de Profundización |
| Electiva Técnica | 3 | Estudios de Profundización |
| Total | 22 | |

¹ Plan Energético Nacional, Unidad de Planeación de Minero Energética. ISBN 978-958-97855-7-7. Página 200.

➤ Área de automatización

Los actuales retos que impone la globalización de la economía, los tratados de libre comercio, con mercados cada vez más exigentes y cambiantes, hacen que la industria colombiana asuma como estrategia competitiva la adaptación y desarrollo de nuevas prácticas productivas que integren amplia y coordinadamente los recursos con los que cuenta, en procura de alcanzar los niveles más altos de producción. La automatización de los procesos se constituye en una herramienta fundamental que permite a las empresas un desarrollo propio, dinámico y competitivo, facilitando la interacción entre las diferentes áreas de la organización.

Las herramientas (programas y equipos) que se emplean en la automatización y control son cada vez más poderosas y fáciles de usar. Además, cada vez se hace necesario que los profesionales involucrados en el proceso participen activamente en el diseño y explotación de los sistemas automáticos, con lo que se obtienen resultados óptimos y en plazos inferiores a los que se puede aspirar encargando todo el trabajo al especialista.

Desde el punto de vista conceptual, la automatización industrial agrupa un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas industriales que funcionan de manera autónoma. Es una disciplina en la que confluyen diferentes áreas del conocimiento necesarias para la solución de problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto a nivel de producción y planta como a nivel gerencial.

La automatización permite a un sistema usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas que realizaban los seres humanos, o para controlar la secuencia de las operaciones sin inspección visual continua. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación, en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi independiente, sin recurrir a la experiencia humana para el control.

Hoy en día, muchas industrias están automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones, y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente. Los sistemas de fabricación flexibles (FMS) han llevado la automatización a las empresas cuyos bajos volúmenes de producción no justificaban una automatización plena, se emplea una computadora para supervisar y dirigir todo el funcionamiento de la fábrica, desde la programación de cada fase en la producción hasta el seguimiento de los niveles de inventario y de utilización de herramientas.

Un elemento esencial de todos los sistemas de control automático es el principio de retroalimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de auto corrección. Un lazo de retroalimentación permite comparar una señal de salida de un proceso con una norma preestablecida, y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida

dentro de límites aceptables. Mediante los dispositivos de retroalimentación las máquinas pueden ponerse en marcha, pararse, acelerar, disminuir su velocidad, contar, inspeccionar, comprobar, comparar y medir. Estas operaciones suelen aplicarse a una amplia variedad de operaciones de producción, por ejemplo el fresado, el embotellado o el refinado.

Tabla 9. Asignaturas del área de automatización

| Asignatura | Créditos | Macro Estructura |
|---|-----------------|----------------------------|
| Introducción ingeniería electromecánica | 2 | Estudios profesionales |
| Electrónica digital | 3 | Estudios profesionales |
| Electrónica básica | 3 | Estudios profesionales |
| Electrónica de potencia | 3 | Estudios profesionales |
| Circuitos eléctricos | 4 | Estudios profesionales |
| Mandos automatizados | 3 | Estudios profesionales |
| Automatización de procesos | 3 | Estudios profesionales |
| Automatización industrial | 3 | Estudios de profundización |
| Electiva Técnica | 3 | Estudios de profundización |
| Sistemas dinámicos | 3 | Estudios profesionales |
| Control automático | 3 | Estudios profesionales |
| Electiva Técnica | 3 | Estudios de profundización |
| Total | 36 | |

EL CAMPO DE ACCIÓN DEL INGENIERO ELECTROMECHANICO

A continuación se presenta una descripción de las tendencias del ejercicio profesional del ingeniero electromecánico y de su esfera ocupacional, con el objeto de mostrar oportunidades existentes y potenciales de desempeño.

Una exigencia tradicional para la educación superior ha consistido en indagar y asegurar la pertinencia social, cultural y económica-ocupacional de sus programas. Es de vital importancia, examinar en qué sectores de la economía son aplicables las competencias del ingeniero electromecánico para ajustar el perfil y definir las particularidades en la formación profesional del mismo.

En consecuencia, y de acuerdo con el perfil que se propone, el ingeniero electromecánico centrará su ejercicio profesional en el diseño, el montaje, el control, la automatización, la preservación y la gestión de sistemas y procesos para la producción de bienes y servicios, en armonía con el manejo adecuado de los recursos energéticos y su transformación a partir de fuentes convencionales y no convencionales.

Desde el aspecto estrictamente semántico, la denominación de ingeniería electromecánica discrimina como objeto de su estudio los sistemas electromecánicos que emergen como relación simbiótica en los fenómenos de conversión de formas de energía de tipo electromagnético y mecánico. Característica inherente a estos fenómenos es su dinámica constante con ocurrencia de procesos transitorios que solo pueden ser controlados automáticamente.

La ingeniería electromecánica parte, entonces, de la interpretación de una realidad física y natural que apalanca los sistemas electromecánicos y estudia la forma óptima y creativa de transformar y aplicar los desarrollos Tecnológicos de los sistemas electromecánicos en la sociedad.

El Programa de Ingeniería Electromecánica de la FUAC refleja la integración de tres áreas: El Diseño e Ingeniería, La Energética y La Automática. La Energética, como disciplina científica que estudia la disponibilidad, las formas de extracción y manejo adecuado de los recursos energéticos importantes en el desarrollo Tecnológico, la Automática, como disciplina que agrupa las tecnologías encaminadas a garantizar que los sistemas industriales funcionen de manera autónoma y el Diseño de Ingeniería como ejercicio fundamental del ingeniero.

El desempeño del ingeniero electromecánico puede orientarse a una gran variedad de equipos y sistemas electromecánicos que se utilizan en la fabricación, automatización, telecomunicaciones, informática y sistemas de control, que son objeto de apropiación durante el proceso de aprendizaje.

El ingeniero electromecánico debe demostrar, entre otras, las siguientes competencias:

- ✓ La capacidad para modelación de complejos sistemas electromecánicos con posibilidades de inserción social y restricciones de naturaleza ergonómica, económica y ambiental, que garanticen su implementación.
- ✓ La aplicación de métodos de optimización mediante el ejercicio de la modelación y de la simulación a partir de modelos reales, virtuales y abstractos de los sistemas electromecánicos existentes.
- ✓ Integrar colectivos encargados de realizar actividades de mantenimiento, reparación y modificación de componentes, equipos y sistemas, para asegurarse de que funcionen de acuerdo con las especificaciones establecidas.
- ✓ La capacidad de apropiar tecnología para transformar los sistemas de control y automatización basada en elementos electromecánicos y manuales, en sistemas de automatización microelectrónica.
- ✓ La participación en los procesos de diseño y fabricación y montaje de sistemas, componentes y dispositivos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de software.
- ✓ La interpretación de planos y documentación relacionada con las características de los sistemas, componentes y dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- ✓ La selección y utilización de equipos de prueba para evaluación de circuitos electromecánicos, equipos, procesos, sistemas, y subsistemas.

- ✓ El aporte a los procesos para estandarización de especificaciones de materiales, procesos y operaciones que soportan el diseño y la producción de componentes mecánicos.
- ✓ La aplicación, instalación y puesta en marcha de una amplia gama de sistemas de control de origen mecánico, eléctrico y electrónico.
- ✓ La instalación de dispositivos de hardware y su programación para soporte en la operación y gestión de sistemas electromecánicos.
- ✓ La gestión de inventarios, bases de datos y documentación relacionada con sistemas electromecánicos.
- ✓ La participación en los procesos de adquisición de equipos electromecánicos, componentes y sistemas que cumplan con los requisitos de trabajo y las especificaciones funcionales.
- ✓ La capacidad para diseñar, adecuar y optimizar sistemas de generación, transformación y distribución de energía, acudiendo a fuentes, formas y procesos de máxima eficiencia y a criterios de plena y racional armonía con la sociedad y el medio ambiente.
- ✓ La habilidad para proyectar, dirigir y ejecutar la fabricación y manejo de máquinas, equipos, instrumentos, mecanismos cuyo principio de funcionamiento sea eléctrico, mecánico, térmico, hidráulico, neumático o una combinación adecuada de ellos.
- ✓ La capacidad para concebir, diseñar y adaptar tecnologías tendientes a la automatización de los procesos de producción de bienes y servicios con miras a satisfacer necesidades de diferentes sectores sociales del país.
- ✓ Hacer uso intensivo de las nuevas herramientas tecnológicas para la simulación, el análisis y la solución de los problemas planteados para la ingeniería electromecánica.
- ✓ Integrar equipos interdisciplinarios para diseñar, optimizar y controlar los procesos de fabricación de máquinas, equipos o sistemas requeridos para la modernización de la industria, el agro y los servicios.
- ✓ Diseño e implementación de elementos y dispositivos de control y monitoreo para los sistemas de generación, transformación y utilización de energía, o en la construcción de máquinas y sistemas de producción asociados.
- ✓ El liderazgo para planificar, orientar, gestionar y ejecutar programas de mantenimiento en los aspectos predictivo, preventivo y correctivo de equipos industriales con el propósito de extender la vida útil, reducir los costos de operación y garantizar la disponibilidad y confiabilidad.
- ✓ La capacidad para impulsar y desarrollar programas de investigación en el sector energético y metalmecánico que, a partir de la identificación de problemáticas particulares, proponga y diseñe soluciones que conduzcan al crecimiento de los sectores mencionados.
- ✓ La participación en equipos interdisciplinarios para la investigación y generación de proyectos encaminados a la solución de problemas de amplia cobertura social.

Sectores de la economía

De acuerdo con la sectorización clásica de la economía, se da la siguiente clasificación:

- ✓ **Sector agropecuario:** que obtiene el producto de sus actividades directamente de la naturaleza, sin ningún proceso de transformación. Este sector integra la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza y la pesca.
- ✓ **Sector industrial:** comprende todas las actividades económicas relacionadas con la transformación industrial de productos como los alimentos y bienes o mercancías, los cuales se utilizan como base para la fabricación de nuevos productos. Se divide en dos sub-sectores: industrial extractivo (minera y de petróleo) e industrial de transformación (envasado de legumbres y frutas, embotellado de refrescos, fabricación de abonos y fertilizantes, vehículos, cementos, aparatos electrodomésticos, etc.).
- ✓ **Sector de servicios:** incluye todas aquellas actividades que no producen una mercancía en sí, pero que son necesarias para el funcionamiento de la economía. Como ejemplos se tienen el comercio, los restaurantes, los hoteles, el transporte, los servicios financieros, las comunicaciones, los servicios de educación, los servicios profesionales, el gobierno, etc.

Los sectores antes indicados son aquéllos que la teoría económica menciona como sectores de la economía, no obstante es común que las actividades económicas se diferencien aún más dependiendo de su especialización. Lo anterior da origen, además, a los siguientes sectores económicos, que son:

- ✓ **Sector de transporte:** hace parte del sector terciario, e incluye transporte de carga, servicio de transporte público, transporte terrestre, aéreo, marítimo, etc.
- ✓ **Sector de comercio:** hace parte del sector terciario, e incluye comercio al por mayor, minorista, centros comerciales, cámaras de comercio, sanandresitos, plazas de mercado y, en general, a todos aquéllos que se relacionan con la actividad de comercio de diversos productos a nivel nacional o internacional.
- ✓ **Sector financiero:** se incluyen todas aquellas organizaciones relacionadas con actividades bancarias y financieras, aseguradoras, fondos de pensiones y cesantías, fiduciarias, etc.
- ✓ **Sector de la construcción:** se incluyen las empresas y organizaciones relacionadas con la construcción, al igual que los arquitectos e ingenieros, las empresas productoras de materiales para la construcción, etc.
- ✓ **Sector minero y energético:** se incluyen en él todas las empresas que se relacionan con la actividad minera y energética de cualquier tipo (extracción de carbón, esmeraldas, gas y petróleo; empresas generadoras de energía; etc.).
- ✓ **Sector solidario:** se incluyen las cooperativas, las cajas de compensación familiar, las empresas solidarias de salud, entre otras.
- ✓ **Sector de comunicaciones:** se incluyen todas las empresas y organizaciones relacionadas con los medios de comunicación como (telefonía fija y celular, empresas de publicidad, periódicos, editoriales, etc.).

De acuerdo con esta clasificación, el ingeniero electromecánico deriva su actividad principalmente en los siguientes sectores y subsectores:

En el sector industrial

Subsector de transformación de alimentos: implementación de sistemas electromecánicos para las líneas de producción continua de conservas, los enlatados, dulces, compotas y mermeladas, la automatización de las mismas mediante dispositivos eléctricos y neumáticos, la optimización para incrementar la producción con el mínimo de recursos, y la preservación de los equipos.

Subsector de la cerveza: operación automatizada y gestión de las operaciones de preservación de las instalaciones para la producción de cerveza que involucran el proceso de almacenamiento, tamizado, cocción, fermentación, maduración, envasado y pasteurización de la cerveza.

Subsector de lácteos: montaje, instalación, operación y mantenimiento de equipos, instrumentos y dispositivos reguladores para procesos de transferencia de calor que están presentes en la elaboración de productos lácteos.

Subsector de textiles y confecciones: planificación del mantenimiento de equipos para el **cardado, estirado, peinado, hilado, enconado, urdido, tejido, blanqueo, teñido, acabado, lavado y otras operaciones.**

Subsector de cuero, calzado y manufacturas en cuero: conformación de industrias más organizadas y automatizadas con el mínimo impacto al ecosistema en los procesos de ribera (recorte, remojo, pelambre, desescalado, descarnado, desengrase), piquelado, curtido, escurrido, secado y terminación, todos ellos procesos químico-mecánicos.

Subsector de pulpa, papel, industria gráfica y afines: montaje y operación de procesos de refinado, mezclado, mallado, prensado, secado, alisado y enrollado. Implementación de métodos modernos para controlar la contaminación ambiental.

Subsector de productos naturales distintos de la madera: diseño, montaje e instalación de equipos para la elaboración de aceites esenciales y resinas oleaginosas, pegantes y resinas, colorantes, pigmentos y tintas naturales, hierbas y especies, y plantas medicinales y farmacéuticos.

Subsector petroquímico: instalación y mantenimiento de equipos para la fabricación de productos plásticos, como procesos de moldeo, inyección y extrusión y fibras sintéticas. Automatización del proceso de elaboración de pinturas, barnices y lacas. Automatización y optimización en la producción de productos del caucho, específicamente de los procesos de masticación, mezclado, satinación, extrusión y vulcanización.

Subsector farmacéutico: instalación, adaptación, automatización y planificación de las operaciones de preservación de los equipos para los procesos de pulverización, tamización, mezclado, desecación, granulación, compresión y encapsulación de medicamentos.

En el sector agropecuario

Subsector de la agricultura: selección, adecuación y gestión de la operación de instalaciones y equipos para el corte y recolección de arroz, ajonjolí, cebada, frijol, sorgo, soya y trigo que son los principales productos agrícolas que han evidenciado un leve crecimiento en los cultivos.

En el sector servicios

Desde el punto de vista ingeniería electromecánica, se considera que en este sector un buen campo de acción tiene que ver con actividades asociadas al mantenimiento, monitoreo, instrumentación, automatización de sistemas de producción, acondicionamiento de aire, control y mantenimiento de sistemas térmicos, uso racional de la energía.

En el sector minero energético

Planeación, gestión tecnológica, administración y mantenimiento de equipos para la exploración, explotación y transporte y distribución de minerales, petróleo y gas.

En el actual estado de desarrollo de la tecnología, la energía eléctrica se obtiene preferentemente como resultado de la conversión de energía mecánica en eléctrica. Las actividades de generación, transformación y transporte de energía eléctrica de forma convencional constituyen procesos electromecánicos masivos y concentrados. En adición a lo anterior, y en correspondencia con la problemática energética derivada del impacto ecológico ambiental y a la escasez de recursos, el Ingeniero Electromecánico deberá desempeñarse en la apropiación y la generación de tecnologías limpias de mayor racionalidad y eficiencia para la utilización de fuentes alternas de energía.

En cuanto a los procesos de distribución y consumo de energía eléctrica, se utiliza el efecto electromagnético para producir movimiento y torque mecánicos en accionamientos y máquinas eléctricas. Los accionamientos son los elementos fundamentales de la automatización electromecánica que precedieron a la automatización microelectrónica. Las máquinas eléctricas constituyen sistemas que utilizan el torque mecánico como accionamiento de potencia en el consumo energético o como accionamiento de posición en los procesos de automatización.

Las técnicas de automatización que fundamentan los accionamientos electromecánicos son aplicables tanto a la industria como al sector servicios y al agrícola, donde se encuentran procesos de producción de bienes y servicios continuos. No obstante, con la automatización microelectrónica, se prevé la generalización de la utilización a usuarios no productivos como en las casas y edificios inteligentes. En efecto, con el advenimiento de la microelectrónica y la tecnología informática, los procesos de automatización, seguimiento y control irrumpen día a día también en el sector de los servicios, razón por la cual se amplía la esfera ocupacional del Ingeniero Electromecánico

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y DIDÁCTICAS

Con el propósito de facilitar a los estudiantes su proceso de formación, se desarrollan estrategias pedagógicas, acordes con el modelo pedagógico y las necesidades de formación. Los medios y recursos educativos que apoyan al proceso docente- educativo de aula:

- ✓ Clases magistrales: en las que un profesor con amplia formación en los temas por tratar, expone aspectos teóricos fundamentales de cada disciplina.
- ✓ Talleres y/o simulaciones: con sesiones dedicadas a la resolución de ejercicios y al manejo de paquetes computacionales (cuando así se requiere) bajo la supervisión del profesor.
- ✓ Sesiones especiales de trabajo: orientadas al trabajo sobre casos desarrollados en los proyectos de curso o en los proyectos integrados de semestre, aplicando estrategias hacia la resolución de problemas en un contexto real.
- ✓ Tutorías: son jornadas extracurriculares en las que un estudiante tiene a su disposición un profesor, que puede dar orientaciones y despejar dudas con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje.
- ✓ Prácticas de laboratorio: con las cuales se fomenta la puesta en práctica, por parte del estudiante, de los conceptos teóricos adquiridos, y que permite reforzar sus conocimientos y poner a prueba sus destrezas. Estas prácticas pueden ser cerradas, en las que el estudiante está permanentemente acompañado por un profesor en tiempo programado para el desarrollo de una asignatura, o abiertas, en las que el estudiante puede realizar prácticas por su cuenta como parte de su trabajo guiado o independiente.
- ✓ Trabajo independiente: haciendo uso del concepto de crédito académico, a los estudiantes se les asignan ejercicios, tareas y lecturas complementarias que deben realizar en sus horas de trabajo adicional a las horas presenciales.
- ✓ Uso de TIC: no se puede desconocer la relevancia que reviste para un estudiante estar en un continuo proceso de aprendizaje en que tenga a disposición permanente herramientas, materiales y un guía facilitador. En la FUAC se cuenta con la plataforma Moodle para el apoyo a la docencia que permiten una comunicación continua de profesor y estudiante, ya sea en cursos virtuales, o como complemento a los cursos presenciales.

3.3.1 El aprendizaje basado en proyectos

Las estrategias pedagógicas constituyen los escenarios curriculares de organización de las actividades formativas y de la interacción enseñanza-aprendizaje a través del desarrollo de conocimientos, valores, prácticas, procedimientos y problemas relacionados y propios del campo de formación. Las didácticas de aprendizaje constituyen modelos constructivos del objeto de

aprendizaje, se fundamentan en una teoría pedagógica y permiten el desarrollo de actividades y experiencias significativas de aprendizaje y evaluación para el dominio de competencias².

Las actividades pedagógicas que deben ser acometidas por el estudiante, como experiencias de aprendizaje para el logro de su formación, se diseñan en el contexto de estrategias pedagógicas y didácticas de reconocida pertinencia y correspondencia con el modelo pedagógico de la Institución. De aquí que los modelos pedagógicos existentes continúen siendo referente obligado, para las instituciones de educación superior, comprometidas con programas de formación de profesionales en los diferentes campos de la ciencia y la tecnología. De acuerdo con De Zubiría³, una clasificación general de estos modelos podría darse en dos grandes categorías: de un lado los modelos pedagógicos heteroestructurantes de la escuela tradicional, aun imperantes y de amplia difusión, de otro lado, los modelos pedagógicos Autoestructurantes, que en respuesta crítica vienen apareciendo como escuelas nuevas y activas desde el siglo anterior, configurándose alrededor de concepciones de carácter constructivista, integradas en la denominada pedagogía crítica. Es así como han surgido modelos y corrientes pedagógicas como el constructivismo, la pedagogía activa, la pedagogía conceptual, el aprendizaje significativo, el modelo histórico cultural.

La educación tradicional, desde los primeros años de estudios hasta el nivel de Posgrado ha involucrado en sus procesos de formación, estudiantes que presentan dificultades de motivación con su forma de aprender, obligándoseles a memorizar una gran cantidad de información, la cual se vuelve irrelevante en el mundo exterior a la institución educativa, o bien se olvida sin poder ser aplicada cuando afrontan la realidad.

Esta pedagogía tradicional, caracterizada por la transferencia de conocimientos presentados por el profesor a un estudiante que actúa como receptor pasivo, ha sido objeto de contundentes cuestionamientos, que documentados en otros modelos y corrientes pregonan la adopción de una relación docente-dicente de participación cooperativa, de mayor trascendencia y eficiencia para el proceso de formación del estudiante. La pedagogía crítica alberga este tipo de tendencias, algunas de ellas, derivadas históricamente de la censura al carácter hegemónico de la escuela técnica como exponente del positivismo alemán y de la adopción del postulado dialéctico del conocimiento como fuente de emancipación social.

En el modelo tradicional, la relación maestro-alumno es vertical y autoritaria, sin posibilidad de retroalimentación, donde el estudiante es un individuo que escucha, entiende, imita y acepta normas, siendo considerado como un sujeto pasivo, poco creativo, con poca participación, en contraposición

² BRAVO SALINAS, Néstor H., *Pedagogía problémica. Acerca de los nuevos paradigmas de la educación*. Santafé de Bogotá, Convenio Andrés Bello, (1997).

³ De Zubiría, S.J. (2006). *Los modelos pedagógicos. Hacia una pedagogía dialogante*. (2da, Ed.). Bogotá D.C., Delfin Ltda.

con el maestro, considerado el sujeto activo del proceso, protagonista, tesorero de la verdad, comunicador de conocimiento, nominador de los contenidos. El proceso evolutivo es memorístico y repetitivo, donde la evaluación está dada por una calificación y determina presencia o ausencia de contenidos transmitidos. En correspondencia con esta concepción los currículos establecidos tradicionalmente se integran por normas e informaciones socialmente aceptadas, su papel es dotar al estudiante de conocimientos enciclopédicos acumulados por centurias, situación en la cual lo particular se impone a lo general, de igual forma lo anecdótico y específico prevalece sobre lo científico e investigativo⁴.

El constructivismo como corriente filosófica y pedagógica constituye el marco referencial de un número considerable de los exponentes de corrientes, principios y modelos pedagógicos de la denominada Escuela Activa. Desde Piaget, Ausubel, Novak, Dewey, Peretti hasta Vigotsky, han aportado a esa construcción conceptual y han enunciado sus teorías en comunión con los siguientes postulados acerca de: la comprensión y el cambio conceptual como propósito de la educación, los hechos y conceptos científicos como objeto de aprendizaje, el cuidadoso diseño del proceso y secuencias curriculares, y el papel activo del estudiante en su proceso de aprendizaje, como punto de partida de las estrategias metodológicas para superar la acumulación mecánica de conocimientos, característica de la pedagogía tradicional.

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, enfatizaba los conceptos y conocimientos existentes, planteando que la relevancia del conocimiento adquirido se establecía equiparándolo con el previamente existente, por lo que los procesos de aprendizaje debían construirse sobre los conocimientos previamente diagnosticados en el estudiante.

La pedagogía problémica y Pedagogía o aprendizaje basado en proyectos, surgen en el contexto de estos modelos pedagógicos, en particular en el marco del constructivismo pedagógico y la pedagogía de la acción. Constituyen estrategias pedagógicas y metodológicas de vanguardia, acogidas en procesos educativos, tanto por su carácter innovador como por su reconocido valor agregado en el logro de competencias y objetivos de formación. En esencia parten de postulados como, el papel activo del estudiante, el desarrollo intelectual como finalidad del proceso y el docente como guía, orientador de dicho proceso.

En sus orígenes esta metodología se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad de la educación médica cambiando la orientación de un currículo que se basaba en una colección de temas y exposiciones del maestro, a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real, donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. El método tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina en la

⁴ Moreno, C, & Pozo, J.I. (2003). *La cultura educativa en la universidad: nuevos retos para profesores y alumnos*. Madrid, España, Síntesis.

Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60. En Colombia ha sido objeto de estudio de investigadores como Hugo Cerda, Carlos Medina Gallego y el chileno Néstor Bravo Salinas⁵, entre otros. Tiene como propósito acercar los métodos de investigación científica a los métodos pedagógicos a través del planteamiento y resolución de problemas cognoscitivos por parte de los estudiantes guiados y orientados por el maestro. Dichos problemas surgen por una parte de la realidad que le es propia al estudiante (contextos social, cultural, político), y por otra, de los presaberes que tienen los sujetos de la educación. Para Néstor Bravo, la pedagogía problémica se constituye en una nueva propuesta “que se emparenta con Piaget y Vigotsky, pero que va más allá en la medida en que reconoce los procesos dialécticos que se hacen presentes en el arte de enseñar”⁶.

El método investigativo problémico es el método de organización de la actividad de búsqueda creadora por parte de los estudiantes, encaminada a la solución de problemas ya resueltos por la sociedad, por la ciencia, pero que resultan nuevos para los estudiantes. El método se denomina investigativo por el hecho de que las investigaciones de los estudiantes son análogas a las investigaciones científicas, a pesar de lo limitado de su escala, de la experiencia de los estudiantes y de la relativa complejidad de los problemas que son capaces de resolver. Los estudiantes deben aprender a dominar gradualmente las distintas etapas del conocimiento científico y de la solución de problemas desarrollando determinados rasgos de la actividad creadora. La función del profesor es orientar el proceso de trabajo de los estudiantes, motivarlos para encontrar la solución más adecuada o ayudarlos a identificar diversas alternativas de solución; el maestro también organiza, orienta y valora el proceso y los resultados.

La pedagogía de proyectos por su parte, plantea el cambio de la lógica educativa imperante. Rompe con la desarticulación entre los conocimientos escolares y la vida real, con el protagonismo del profesor en las actividades educativas, con la enseñanza individualizada y con la evaluación exclusivamente final, centrada en los contenidos asimilados y encaminada exclusivamente a la calificación de los alumnos. La idea central de la pedagogía de proyectos es articular los saberes escolares con los saberes sociales y el mundo del trabajo, de modo que, el estudiante no sienta que aprende algo abstracto o fragmentado, por el contrario que dimensione el valor de lo que está aprendiendo y descubra la necesidad de aprendizaje. En consecuencia, el docente debe planear las actividades educativas a partir de proyectos concretos y reales⁷.

John Dewey, filósofo y pedagogo norteamericano abanderado del aprendizaje utilizando proyectos, enfatizaba la acción como premisa del pensamiento, esencia de su principio de “Aprender Haciendo”, para lo cual planteaba al estudiante la realización autónoma de trabajos o proyectos con la simple guía y evaluación del docente.

⁵ BRAVO SALINAS, Néstor H. *Pedagogía problémica. Acerca de los nuevos paradigmas de la Educación*. Santafé de Bogotá, Convenio Andrés Bello, (1997).

⁶ Ibid.

⁷ Pinto J. (2006). *Pedagogía de proyectos una metodología para la construcción del conocimiento*, Recife, Brasil.

Atendiendo a la esencia filosófica de la pedagogía de proyectos, su implementación goza de gran flexibilidad y abre todo un abanico de bondades y fortalezas para el logro de la formación integral del estudiante en su proceso de construcción del conocimiento. A continuación se enuncian algunas de estas posibilidades para el estudiante:

- ✓ Posibilidad de construir su propio conocimiento a través de experiencias que favorezcan la retención y transferencia del mismo.
- ✓ Desarrollo de una capacidad creadora e investigativa, como medio para la aprehensión del saber.
- ✓ Vínculo estrecho con la realidad externa como camino para articular la teoría con la práctica y el escenario académico con el entorno social.
- ✓ Cultivo de actitudes y aptitudes de investigación formativa, para acometer procesos de investigación interdisciplinaria.
- ✓ El logro de habilidades de trabajo productivo, así como de habilidades de aprendizaje autónomo y mejoramiento continuo.
- ✓ El desarrollo de la iniciativa propia, la persistencia, la autonomía e independencia del estudiante durante el proceso de construcción del conocimiento.
- ✓ Acceso a acciones de aprendizaje significativo integrando conceptos de diversas áreas y materias.
- ✓ Fomento de habilidades cognitivas de mayor profundidad, así como mejores estrategias para la solución de problemas.
- ✓ Interacción y comunión pedagógicas entre docente y alumno, transferencia de la responsabilidad del aprendizaje en forma completa o parcial.
- ✓ Cultivo de actitudes de colaboración entre los estudiantes, maestros y demás personas involucradas.
- ✓ La realización de prácticas sociales que incrementan el significado de los saberes y de los aprendizajes escolares.
- ✓ El uso de herramientas cognitivas y de ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante a la exposición y representación de sus ideas.
- ✓ El desarrollo de habilidades sociales relacionadas con el trabajo en grupo, que les permita prevenir y resolver conflictos interpersonales.
- ✓ Generación de escenarios óptimos para la apropiación y uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- ✓ Fomento de habilidades y estrategias asociadas con la planeación, la conducción, el monitoreo y la evaluación.

Para la Universidad el cambio del paradigma pedagógico planteado, se podría sintetizar en el establecimiento de un hecho educativo en el que se evolucione de actividades centradas en la enseñanza a actividades centradas en el aprendizaje. Lo anterior supone entre otros, la transformación del estudiante pasivo en estudiante protagonista, la evolución del docente actor en docente orientador, facilitador, el cese de actividades de transmisión de conocimientos a favor de

actividades centradas en el logro de competencias, el reemplazo de la acción aislada del profesor por el trabajo docente en equipo, como también la sustitución de la evaluación sumativa por la formativa.

En el Programa de Ingeniería Electromecánica desde sus inicios se abordaron actividades didácticas fundadas en la entonces denominada “Enseñanza Problemática”, actividades que en la práctica fueron evolucionando hasta configurarse como estrategia pedagógica característica del programa, que con algunas particularidades en su aplicación se enmarca en el concepto de pedagogía de proyectos. En efecto, la identificación de ejes problemáticos transversales a los ejes temáticos del programa, suponía el planteamiento de situaciones problemáticas para las que el estudiante durante cada semestre y con la asesoría del grupo de docentes, debía acometer su solución, aplicando conocimientos apenas en proceso de elaboración de acuerdo con sus cursos matriculados y acudiendo a métodos y pasos de indagación característicos de los procesos de investigación.

Es así como esta actividad propia del ejercicio de la pedagogía problemática, al complementarse y optimizarse con elementos de metodología de la investigación, evolucionó en la realización de proyectos semestre a semestre, por lo que terminó siendo una actividad concreta de la pedagogía de proyectos, de la cual los procesos de retroalimentación resaltaban el aporte al desarrollo intelectual del estudiante, incluso por encima de la calidad en sí del proyecto.

El desarrollo de esta actividad es concomitante con el desarrollo del programa durante sus 10 años de existencia, siendo de especial valor, el legado de las experiencias en su aplicación semestre a semestre, por lo que se pueden diferenciar las siguientes etapas:

- ✓ Inicialmente, ante el planteamiento de la dimensión ambiental del programa como problema transversal en el marco del desarrollo sostenible, grupos de estudiantes con la asesoría de los docentes de su semestre, debían identificar, describir, analizar y formular un problema, del cual con algún grado de profundidad examinaban alternativas de solución, que modelaban y consignaban en un documento objeto de sustentación durante la sesión de exámenes. El amplio contenido social de los problemas planteados surgió como fortaleza de este ejercicio.
- ✓ En una segunda etapa, con la adopción de herramientas metodológicas como la metodología del diseño, el estudiante pasó a realizar trabajos mejor estructurados, en los cuales con mayor grado de elaboración debía plasmar la solución seleccionada al problema por él formulado. Debía el estudiante hacer uso de los conocimientos diversos cursados durante el semestre, en la configuración de su proyecto, el cual adquirió las características de “proyecto de Integración”. El ejercicio interdisciplinario resultado de la necesidad de integrar conocimientos diversos, terminó siendo reconocido como dificultad para el estudiante, pero a la vez como fortaleza formativa relacionada con el desarrollo de su capacidad de integración.

- ✓ Posteriormente, ante el avance en el desarrollo del plan de estudios, se requirió de la formulación de temas de proyecto relacionados con las áreas de énfasis del programa, empezaron a aparecer proyectos de mayor profundidad y elaboración en el diseño de alternativas de solución al problema formulado. Esto mostró fortalezas en el desarrollo de líneas de investigación, en actividades de investigación formativa y en la profundización en determinadas áreas del conocimiento. Es aquí donde surgen los primeros semilleros de investigación, principalmente en las áreas de automatización y del control de procesos. Sin embargo, demasiada especificidad, debilitaba el contenido social del proyecto y la capacidad de integración de conocimientos por parte del estudiante.
- ✓ Surge, entonces, la necesidad de diferenciar los proyectos semestrales de los proyectos específicos de curso que tendían a configurarse en proyectos de investigación propiamente dicha o en trabajos de grado. Se reformulan los ejes temáticos, discriminados para la realización de proyectos por semestre, la labor de orientación docente se centra en equipos responsables también por semestre y se enfatiza en el carácter del proyecto como actividad de integración de los cursos matriculados por el grupo de estudiantes.

La educación superior en Colombia ha tenido como característica la organización curricular por disciplinas especializadas, el esfuerzo se centra en determinar los conocimientos que el profesional debe poseer y a partir de ello, se clasifican las asignaturas, hasta el punto que se divide el tiempo de estudio y el grado de importancia que se da en cada caso. Esta estructura rígida desencadena algunos descontentos que preocupan si se quiere ofrecer una educación de alta calidad:

- ✓ El desinterés y apatía de los estudiantes que deben asistir a las clases de acuerdo con los requerimientos del programa, debido a que no visualizan el sentido de la enseñanza que se propone para su formación.
- ✓ Los estudiantes hacen enormes esfuerzos por retener información (para presentar pruebas que los certifiquen como conocedores del tema), en lugar de apropiarse de nuevos conocimientos que les de competencias para el desempeño laboral.
- ✓ Los docentes no desarrollan su materia en un contexto de formación amplio, únicamente se preocupan por su asignatura y no buscan una articulación con otros temas que den el carácter integral necesario para los futuros profesionales.
- ✓ Se da un gran valor a la acumulación del conocimiento, en lugar de mostrar herramientas que ayuden a transformar la realidad. Se ofrecen conocimientos alejados de la realidad.

La cantidad y variedad de información que se encuentra en el medio social y que no se canaliza adecuadamente, la facilidad para comunicarse con otras culturas, otros intereses y necesidades, invitan a presentar una alternativa diferente del sistema de enseñanza. En la búsqueda de formar ingenieros con competencias específicas, se propone como estrategia de enseñanza y aprendizaje el enfoque de formulación y desarrollo de proyectos.

Desde un punto de vista tradicional, los proyectos son acciones que proponen los seres humanos para crecer, madurar y desarrollar conocimientos a lo largo de la vida. En la medida en que se realizan acciones y se practica en las habilidades obtenidas, se interiorizan conceptos, conocimientos y capacidades, lo que permite adquirir y desarrollar competencias.

Para el Programa de Ingeniería Electromecánica, el proyecto se entiende como una combinación del aprendizaje y la ejecución de tareas concretas, para buscar el mejoramiento de situaciones presentes en la vida cotidiana. Se tienen en cuenta los siguientes principios:

- ✓ En la medida que se presentan e identifican situaciones problemáticas de la sociedad, y se enfrentan con tareas reales simples o complejas, se aprende y desarrollan capacidades.
- ✓ El aprendizaje es interdisciplinario, para lograrlo el estudiante debe combinar adecuadamente los conocimientos adquiridos en su etapa de formación, con el objetivo de proponer acciones para solucionar los problemas.
- ✓ El trabajo en grupo es indispensable, crea un sentido de responsabilidad, genera ambientes de discusión e intercambio y se organizan las actividades de acuerdo con un plan adecuado tendiente a alcanzar los objetivos propuestos.
- ✓ El profesor asume un papel de orientador, propone estrategias de búsqueda de información para plantear las soluciones.

Este ambiente de aprendizaje requiere actividades de diferente índole: plantear experimentos, construir prototipos, visitas industriales, utilización de software especializado, entrevistas, etc., por lo tanto, el trabajo estudiantil debe salir del aula de clase e incluso de la institución universitaria, para involucrarse con la sociedad.

En el aprendizaje a través de proyectos, se confía plenamente en el estudiante, en su capacidad de explorar, esto hace que se motive y desarrollen actividades para alcanzar el mejor resultado. El estudiante debe sentirse orgulloso de su trabajo y quiere compartir sus resultados.

En el Programa de Ingeniería Electromecánica, el trabajo colaborativo, a través de los proyectos integrados de semestre, donde se reúnen las asignaturas que se están cursando y se procuran realizar actividades en grupo, arroja muchos e interesantes resultados.

- ✓ A lo largo de la vida del Programa se han propuesto alrededor de 400 proyectos integrados. De acuerdo a los problemas encontrados las líneas de trabajo son variadas y diferentes, abarcan aplicaciones de automatización, robótica, energía, medio ambiente, agro-industria, diseño de equipos y otros.
- ✓ El énfasis en los trabajos tiene relación con los problemas encontrados en el quehacer diario, de ahí que temas como el uso racional de la energía, las energías alternativas, el reciclaje de desechos, el manejo eficiente de materiales, la movilidad de personas discapacitadas, la seguridad industrial, el manejo ambiental, etc., son considerados y se proponen para el desarrollo.

- ✓ De la misma manera interesa el carácter social de la propuesta, esto sugiere una búsqueda de soluciones para problemas planteados en el sector rural, en las aplicaciones industriales, las actividades de diversión, o el consumo energético, etc.
- ✓ Como todos los estudiantes del programa están involucrados en el desarrollo de proyectos integrados, la profundidad de los temas depende del nivel de formación en el momento de la propuesta, es normal que la búsqueda del problema se focalice en ese sentido; en los semestres iniciales los temas giran alrededor de estudios estructurales o aplicaciones eléctricas y electrónicas, en semestres intermedios se trabaja más la energía, los materiales, los procesos de fabricación, y en los semestres finales la tendencia es la automatización y el control de procesos.
- ✓ El recorrido a lo largo de todos los semestres que componen el programa, sugiere que los estudiantes desarrollen temas diferentes de acuerdo con el nivel de formación. Si la filosofía pedagógica propuesta se cumple, se espera que adquieran competencias en muchas materias que serán valiosas para el desempeño profesional.
- ✓ De acuerdo con las ideas desarrolladas, se observa que en algunos casos se presenta una tendencia, ya sea por las habilidades o por las competencias adquiridas, hacia temas de interés que finalizan en trabajos de investigación que se proponen como tesis para optar por el título, se citan como ejemplo los conceptos desarrollados para una silla de ruedas para discapacitados, o el robot para limpieza de alcantarillados, o el brazo mecánico con mando a distancia, que desembocan en el proyecto titulado “Diseño, construcción y caracterización del funcionamiento de un brazo telemanipulado” (Rojas); también, a partir de los temas relacionados con mantenimiento y fallas en calderas, base de datos para mantenimiento y plan de mantenimiento para una termoeléctrica, se presentan los proyectos “Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para el parque automotor de transelectroasociados Ltda”. (Benitez y Díaz) y “Desarrollo de un plan de gestión del mantenimiento industrial asistido por computador dirigido a Pymes” (Rueda, Rubiano).

Para una muestra de 350 proyectos integrados de semestre presentados entre los años 2001 y 2009, se encuentra que la distribución de los trabajos de acuerdo con las líneas principales del programa es similar, como se muestra a continuación.