

IMPLEMENTACIÓN DE PEDAGOGÍAS PROBLÉMICAS EN EL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MSc. Luis Fernando Rico Riveros
 Director Ingeniería Electrónica
 Universidad ECCI
 Bogotá, Colombia
 direccion.electronica@ecc.edu.co

MSc. Víctor Hugo Bernal Tristancho
 Profesor Tiempo Completo
 Universidad ECCI
 Bogotá, Colombia
 vbernalt@ecc.edu.co

MSc. Erika Johana Ruiz Suárez
 Directora Currículo Institucional
 Universidad ECCI
 Bogotá, Colombia
 direccion.curriculo@ecc.edu.co

Abstract. *The Pedagogical Approach of the University is established from a constructivist model which is developed from a problemizing pedagogy that allows in academic programs the development of the thematic contents proposed in each of the University programs. The Electronic Engineering program has adopted the pedagogical approach through the generation of problem questions for each of the areas that make up the curriculum. Automation being one of the areas and depth line with more significant developments and advances, oriented from engineering models to the design and implementation of automated systems. This methodology allows students to strengthen critical and research thinking that generates solutions to these problems presented in the area of automation.*

Keywords—*Enfoque Pedagógico, Pedagogía problémica, relación funciones sustantivas, Automatización.*

I. INTRODUCCIÓN

El Enfoque pedagógico de la Universidad ECCI se establece mediante un modelo constructivista el cual se desarrolla a partir de una pedagogía problémica [1] que permite en los programas académicos el desarrollo de los contenidos temáticos propuestos en cada una de las asignaturas de los programas de la Universidad. El programa de Ingeniería Electrónica ha adoptado el Enfoque Pedagógico [2] a través de la generación de preguntas problemas para cada una de las áreas que componen el plan de estudios. Siendo la automatización industrial una de las áreas y línea de profundización con más desarrollos y avances significativos orientada desde los modelos de ingeniería para el diseño e implementación de sistemas automatizados [3]. En el curso de Automatización Avanzada I de octavo semestre de Ingeniería Electrónica, se aplica este modelo de pedagogía en el desarrollo de situaciones problémicas simuladas a pequeña escala mediante el uso de herramientas computacionales y equipos en los laboratorios especializados con los que cuenta la Universidad como son: sistema de producción modular didáctico, robots industriales, módulos de instrumentación, módulos de controladores lógicos programables, entre otros. Esta metodología permite fortalecer en los estudiantes un pensamiento crítico e investigativo que generan soluciones a dichas problemáticas presentadas en el área de automatización.

II. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

La Universidad se distingue por orientar los procesos académicos de formación profesional a través de ciclos propedéuticos [4]. Una de las estrategias que denota el currículo es el ciclo propedéutico, que articula los niveles de

formación tecnológico con el profesional universitario. En el primer ciclo el estudiante adquiere las competencias desde el nivel tecnológico, el cual se desarrolla en cinco semestres, al culminar el estudiante cumple con los requisitos de grado estipulados en el reglamento estudiantil para graduarse como tecnólogo. En el segundo ciclo el estudiante adquiere los conocimientos desde el componente de Ingeniería haciendo énfasis en el diseño, administración y desarrollo de proyectos en el área disciplinar. En la Figura 1 se da a conocer la articulación de los ciclos propedéuticos.

Figura 1 Distribución de los Niveles de Formación de Tecnología e Ingeniería



Fuente: Elaboración propia.

El programa académico de Ingeniería Electrónica se enmarca bajo el Enfoque Pedagógico sustentado en una pedagogía problémica por medio de la cual se evalúan las habilidades a través de la creatividad, la proposición de soluciones a una problemática particular y el pensamiento crítico y analítico aplicando estrategias didácticas como: proyectos integradores de aula, trabajo por proyectos, aprendizajes colaborativos, estudios de casos, juegos de roles así como participación en talleres y prácticas de laboratorio y salidas de campo.

De otra parte el diseño curricular tiene en cuenta las necesidades y particularidades de la disciplina, para su desarrollo se establecen dos tipos de cursos: Cursos teóricos y cursos teóricos – prácticos.

De los estudios de pertinencia realizados que aportan al proceso de formación se responde a las necesidades del país en los sectores de la electrónica, telecomunicaciones, control electrónico y automatización industrial. El plan de estudios se caracteriza por ser integral abordando cursos de los campos de

formación: básico, básico de la profesión, aplicados a la profesión y socio humanístico y de comunicación.

En la consulta de referentes internacionales como lo es IEEE y sus redes de colaboración con demás asociaciones permiten dar un sustento a la normatividad, estandarización, documentación técnica, investigativa tecnológica y académica, que cobija y da un alcance a diferentes aspectos de una propuesta curricular, una de estas asociaciones que está ligada a los procesos académicos en unión con IEEE es la asociación TAAE: Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica.

Del congreso TAAE 2012, se resalta el artículo: “Taxonomía de los niveles del aprendizaje de la ingeniería y su implementación mediante herramientas informáticas” [5]. Del artículo se pone de manifiesto el énfasis en la conveniencia de la enseñanza cíclica de la ingeniería dividida en cuatro niveles:

- A. Nivel de manipulación y comprensión de los conceptos básicos (Technician).
- B. Nivel de análisis y síntesis de sistemas sencillos (Technologist).
- C. Nivel de síntesis de sistemas complejos mediante métodos tradicionales (Engineer).
- D. Nivel de síntesis mediante métodos no tradicionales o en campos de aplicación nuevos (Engineering Doctor).

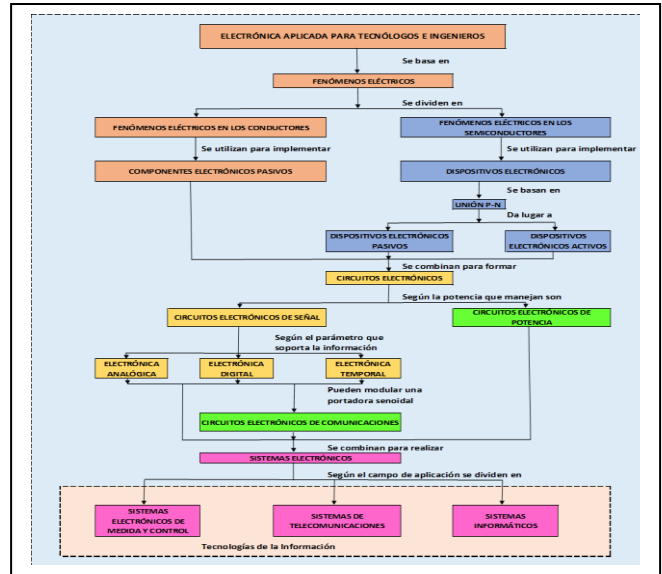
Se resalta también lo expuesto por los autores de la ponencia y el artículo que plantearon, a partir de la taxonomía de Bloom, el desarrollo de una nueva taxonomía basada en el carácter cíclico de la enseñanza de la ingeniería, dividida en cuatro niveles sucesivos, aunque no disjuntos:

- A. Nivel de comprensión y conocimiento
- B. Nivel de análisis y aplicación: Subnivel de análisis, Subnivel de aplicación
- C. Nivel de diseño de sistemas
- D. Nivel de creación en ingeniería

Del mismo artículo, en la Figura 2 se presenta el mapa conceptual denominado “sistema integrado para la enseñanza de la electrónica (SIAPE)”, haciendo un recorrido y trazabilidad del mismo se resaltan los componentes tecnológicos y de nivel profesional, de aprendizaje y enseñanza en la electrónica en las áreas de:

- a. Circuitos eléctricos (fenómenos eléctricos en los conductores y componentes electrónicos pasivos),
- b. Electrónica básica (fenómenos eléctricos en los semiconductores, dispositivos electrónicos, unión P-N, dispositivos electrónicos pasivos, dispositivos electrónicos activos).
- c. Circuitos electrónicos analógicos y digitales (circuitos electrónicos de señal, electrónica analógica, electrónica digital, electrónica temporal).
- d. Aplicación industrial (Circuitos electrónicos de potencia, circuitos electrónicos de comunicación, sistemas electrónicos de medida y control, sistemas de telecomunicaciones, sistemas informáticos), aspecto que da alcance a la denominación de Ingeniería Electrónica.

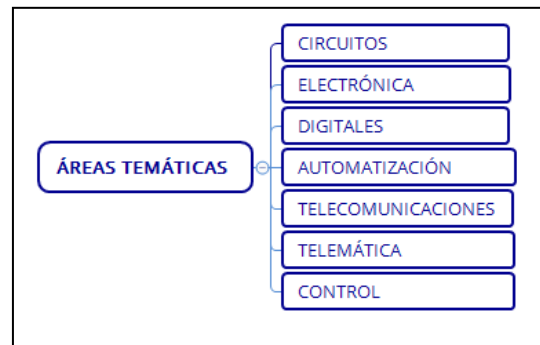
Figura 2. Mapa conceptual de SIAPE de la Electrónica Aplicada para Tecnólogos e Ingenieros



Fuente: Taxonomía de los niveles del aprendizaje de la ingeniería. P. Fernández-Sánchez, A. Salaverría, E. Mandado Pérez.

Para el desarrollo del plan de estudios se han generado estrategias didácticas en el programa basadas en la definición de las áreas temáticas, alineadas a la historia del programa, a los estudios de pertinencia realizados junto a los referentes consultados, motivo por el cual el programa de Ingeniería Electrónica se diagrama a través de dichas áreas, las cuales se ilustran a través de la Figura 3:

Figura 3. Áreas temáticas programa Ingeniería Electrónica



Fuente: Elaboración propia.

La estructura curricular del programa se sustenta en el Enfoque Pedagógico Institucional por medio de una pedagogía problémica y un plan de estudios diseñado a partir de 4 campos de formación que agrupa las áreas del conocimiento y los diferentes cursos de la Ingeniería Electrónica. Para lograr la armonización e implementar la pedagogía en primer lugar se determina el objeto de estudio de la disciplina; en segundo término, se establecen las preguntas que problematizan el saber y, posteriormente, se articulan las áreas del conocimiento del programa.

Para el objeto de estudio se parte de la pregunta problémica del programa que se plantea en los siguientes términos:

¿Cómo se diseñan y se gestionan los procesos de automatización e instrumentación asociados a los proyectos de telemática y telecomunicaciones, los sistemas de potencia y la inclusión de nuevas tecnologías en la solución de situaciones propias del campo electrónico?

De acuerdo con la pregunta del programa se establecen las preguntas problémicas por las áreas del programa:

CIRCUITOS

¿Cuáles son los formalismos matemáticos (leyes, teoremas), las normas, estrategias y herramientas que permiten diseñar, analizar, simular e implementar el desarrollo de circuitos eléctricos y electrónicos en señales de DC y AC?

ELECTRÓNICA

¿Cómo identificar las características y el comportamiento de los semiconductores en Corriente Directa y Corriente Alterna analizando, diseñando y generando soluciones en aplicaciones de acuerdo con el avance tecnológico de la electrónica?

SISTEMAS DIGITALES

¿Cómo analizar, diseñar e implementar sistemas digitales embebidos que permitan dar soluciones innovadoras a problemáticas de índole científica y tecnológica?

AUTOMATIZACIÓN

¿Cómo implementar e innovar en soluciones que permitan satisfacer las problemáticas presentadas en sistemas automatizados de pequeño, mediano y gran alcance de las industrias manufactureras y de procesos Industriales?

TELECOMUNICACIONES

¿Cómo se identifican, clasifican e implementan los sistemas de telecomunicaciones de acuerdo con las normas y estándares vigentes?

TELEMÁTICA

¿Cómo analizar, diseñar e implementar redes telemáticas con el fin de garantizar el funcionamiento y la seguridad de la información?

CONTROL

¿Cómo diseñar, modelar y simular sistemas de control en procesos que involucren diferentes tipos de fenómenos lineales y no lineales para la toma de decisiones a partir de una respuesta?

III. CASO DE ESTUDIO

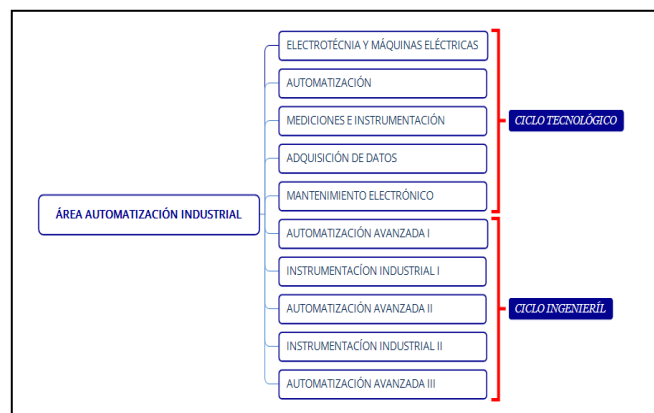
La pedagogía problémica logra interactuar activamente con el modelo constructivista de tal forma que permite el acercamiento del estudiante hacia el objeto de conocimiento, para el caso de estudio aplicado al área de automatización con una fundamentación teórica complementado con un desarrollo práctico de componentes de simulación, medición y

comprobación en tableros o equipos de prueba acordes a las tecnologías actuales en el campo tecnológico e ingenieril.

De acuerdo con la estructura del plan estudio del programa de Ingeniería Electrónica, obedeciendo a la oferta académica institucional, tal como se presentó al inicio de este artículo, se realiza a través de ciclos propedéuticos. El área de Automatización Industrial es transversal y se articula por cursos del ciclo tecnológico y del ciclo ingenieril, cada curso posee una estructura metodológica enmarcada en: el objetivo de aprendizaje, evidencias aceptables, tipos de socialización de procesos y productos, estrategias pedagógicas para desarrollar, tiempos de aprendizaje, dispositivos y criterios de evaluación.

En la Figura 4 se presentan los cursos que hacen parte del área de “Automatización Industrial”, desde la articulación, secuencialidad y complementariedad que exige un ciclo propedéutico, partiendo del nivel tecnológico al ingenieril.

Figura 4. Cursos del área de Automatización Industrial



Fuente: Elaboración propia.

Los cursos se describen a través de escenarios problémicos los cuales se encuentran articulados con la pregunta del curso, del área y del programa.

Para realizar el proceso formativo tanto en el espacio académico presencial asistido por el profesor en el aula de clases y en los laboratorios, como en el espacio de trabajo independiente asistido igualmente por el profesor en forma de asesorías y tutorías, utilizando las tecnologías de información y las comunicaciones y herramientas web virtuales, el curso dispone de un instrumento guía de acuerdo con la metodología, este instrumento está compuesto por las siguientes secciones:

- Identificación del curso.
- Finalidades del aprendizaje.
- Marco Problémico.
- Alineación pedagógica y evaluativa.
- Bibliografía de soporte contextual del curso.

A continuación, se presenta la alineación problémica con la temática del curso “Automatización Avanzada I” de octavo semestre de Ingeniería Electrónica, se aclara que este curso hace parte de la línea de profundización en Automatización Avanzada, compuesta por los cursos de noveno semestre “Automatización Avanzada II” y décimo semestre “Automatización Avanzada III”.

Identificación del Curso

En la Tabla 1, se presentan las características generales del curso, donde se resalta el número de créditos académicos que por normatividad del MEN (Ministerio de Educación Nacional de Colombia) determina que un crédito académico corresponde a 48 horas de trabajo del estudiante durante el semestre, este trabajo está distribuido en horas con acompañamiento presencia con el profesor y horas de trabajo independiente del estudiante.

Tabla 1. Identificación del curso

NOMBRE DEL CURSO	AUTOMATIZACIÓN AVANZADA I
CAMPO DE FORMACIÓN	APLICADO A LA PROFESIÓN
TIPO (Teórico, Teórico-práctica o práctica)	TEÓRICO - PRÁCTICO
METODOLOGÍA (Presencial y virtual)	PRESENCIAL
CRÉDITOS ACADÉMICOS	3
HORAS DE TRABAJO CON ACOMPAÑAMIENTO TOTALES AL SEMESTRE	64
HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE TOTALES AL SEMESTRE	80

Fuente: Elaboración propia.

Finalidades de enseñanza aprendizaje

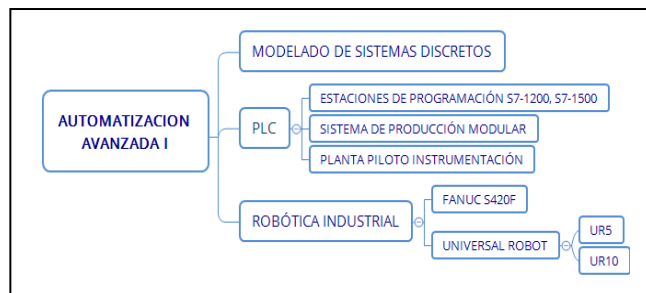
Compuesta por el propósito formativo del curso, los objetivos de aprendizaje y las competencias por desarrollar. Teniendo en cuenta esta información el propósito formativo del curso es: Conocer las aplicaciones de la automatización en los procesos industriales de acuerdo con los nuevos avances tecnológicos.

A partir del propósito formativo se establece el marco problémico del curso en donde se presenta una descripción contextual del curso, así como los contenidos temáticos, los cuales se encuentran distribuidos en temas, subtemas a desarrollar y preguntas que describen los escenarios problémicos.

Los temas a su vez se encuentran divididos por unidades.

En la figura 5 se presentan las temáticas para la generación de las preguntas que se describen en los núcleos problémicos.

Figura 5. Unidades temáticas del curso Automatización Avanzada I



Fuente: Elaboración propia.

Marco problémico

El marco problémico se presenta en el instrumento guía a través de las secciones: Temas por unidad, subtemas a desarrollar, preguntas que describen los escenarios problémicos. Para el caso de estudio “Automatización Avanzada I”, la estructura del plan de este curso se divide en tres unidades que se desarrollan durante el semestre académico, estas unidades son: Unidad 1 Modelado de sistemas discretos, Unidad 2 Controladores Lógicos Programables, Unidad 3 Fundamentación en Robótica Industrial. La Tabla 2 ilustra el modelo de contenidos para la unidad 2.

Tabla 2. Marco problémico unidad 2.

Temas	Subtemas a desarrollar	Preguntas que describen los escenarios problémicos
Unidad 2.	• Generalidades de los PLC CPU S7-1200	¿Qué variables se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un PLC?
Controladores lógicos programables	• SETP 7	¿Qué tipo de factores industriales determinan la selección de un PLC frente a otros sistemas de programación?
	• GRAFCET	¿Cuáles son las pautas para editar los modelos físicos y de control procedimental en las herramientas de software industrial para la aplicación del estándar ISA 88?
	• WIN CC – HMI	

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de establecer la relación de las preguntas problémicas y las temáticas que se desarrollan en cada una de las unidades se establece la relación de los contenidos teóricos y prácticos, las estrategias didácticas y los recursos educativos utilizados. A continuación se describen los recursos y medios utilizados para cada unidad.

Medios Unidad 1

Descripción, para el análisis de un evento discreto se toma como estrategia el desarrollo de un modelo matemático cuyos resultados son verificable a partir de software.

Medios Unidad 2

PLC: Controlador Lógico Programable

El desarrollo de aplicaciones en automatización en el campo industrial mediante el uso de Controladores Lógicos Programables [6], se deben abordar estas tecnologías de manera explícita y lo más cercano a la realidad, por este motivo el programa ha desarrollado e implementado módulos didácticos portables de PLCS7-1200, pantalla KTP 700 y switch de comunicación SIEMENS, lo que nos permite brindar al estudiante la oportunidad de interactuar con el módulo a un nivel integral.

Este módulo posee un sistema de conexión rápida de componentes de entradas y salidas ya sean de tipo discreto o análogo permitiendo al estudiante no solo realizar ejercicios de simulación si no interactuar con elementos reales de tipo industrial. La Figura 6 presenta un módulo donde se puede observar la pantalla KTP 700, la unidad de procesamiento PLCS7-1200, los módulos de entrada – salida, módulo de comunicaciones, las borneras de conexión y botones de arranque, parada y parada de emergencia.

Figura 6. Foto módulos s7 1200: PLC



Fuente: Elaboración propia.

Se presenta y orienta por parte del profesor todos los contenidos temáticos tanto teóricos como prácticos que hacen parte de esta sección de esta unidad, los cuales permiten a través de la apropiación y aplicación dar respuesta a las preguntas que describen los escenarios problémicos de la unidad 2, cómo son:

¿Qué variables se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un PLC?

¿Qué tipo de factores industriales determinan la selección de un PLC frente a otros sistemas de programación?

MPS: Sistema de Producción Modular

El sistema de producción modular (MPS), combina la técnica de fabricación industrial y de producción con un diseño específico de enseñanza permitiendo controlar mediante PLC, actuadores de tipo neumático, eléctrico y diferentes tipos de sensores con señales análogas y discretas [7].

Apropiando y aplicando los contenidos temáticos expuestos por el profesor, el estudiante logra dar respuesta a las preguntas que describen los escenarios problémicos de la unidad 2 cómo:

¿Qué variables se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un PLC?

¿Qué tipo de factores industriales determinan la selección de un PLC frente a otros sistemas de programación?

¿Cuáles son las pautas para editar los modelos físicos y de control procedimental en las herramientas de software industrial para la aplicación del estándar ISA 88?

Se describe a continuación el componente más técnico especializado que aporta significativamente al desarrollo de los temas de esta parte de la unidad.

El sistema de producción modular está compuesto por 6 estaciones, ver Figura 7, cada una con elementos de tipo industrial y panel de control:

Estación 1 (Carga), esta estación permite identificar color y material de la pieza para el proceso de ensamble.

Estación 2 (Clasificación), clasifica la pieza según ubicación de perforación para ensamble.

Estación 3 (Mecanizado), realiza un proceso de rectificado de diámetro y profundidad de perforación de la pieza.

Estación 4 (Transporte), traslada la pieza por medio de un brazo de dos ejes, banda transportadora y entrega por gravedad reduciendo el rozamiento por medio de un colchón de aire.

Estación 5 (Montaje), se realiza el ensamble de un buje a la pieza perforada utilizando técnica de vacío.

Estación 6 (Almacenamiento), realiza el almacenaje y apilado de las piezas en conjunto con el ensamble según color y material.

Figura 7: Foto MPS: Sistema de Producción Modular



Fuente: Elaboración propia.

Hay un sistema de PLC individual para cada estación permitiendo la configuración de una red de comunicación entre las estaciones, cuenta además con una interfaz HMI en el último módulo, cada estación se programa aplicando la programación específica que permite obtener la secuencia de producción requerida [8].

Módulos Instrumentación

Los módulos para el desarrollo de prácticas de laboratorio en las áreas de Instrumentación Industrial, Automatización, Control y Comunicaciones Industriales, surgió de la necesidad de poder disponer de una herramienta didáctica y pedagógica que pudiera acercar a los estudiantes de pregrado y posgrado del programa a un entorno industrial más real, ver Figura 8. Los módulos cuentan con la posibilidad de realizar procesos de medición y control de las variables: Temperatura, Presión, Caudal y Nivel. Este desarrollo se describen en detalle en el artículo “*Educational Module For Laboratory Practice In The Areas Of Instrumentation, Automation, Control And Industrial Communications*”, presentado en el Congreso TAEE 2016 en la Universidad de Sevilla [9].

Figura 8: Foto Módulo Instrumentación



Fuente: Elaboración propia.

Se presenta y orienta por parte del profesor todos los contenidos temáticos tanto teóricos como prácticos que hacen parte de esta sección de esta unidad, los cuales permiten a los estudiantes la apropiación y aplicación de conceptos y conocimientos para dar respuesta a las preguntas que describen los escenarios problémicos de la unidad 2 cómo:

¿Qué variables se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un PLC?

¿Qué tipo de factores industriales determinan la selección de un PLC frente a otros sistemas de programación?

¿Cuáles son las pautas para editar los modelos físicos y de control procedimental en las herramientas de software industrial para la aplicación del estándar ISA 88?

Medios unidad 3

Robótica Industrial

Se describe a continuación el componente más técnico especializado que aporta significativamente al desarrollo de los temas de esta parte de la unidad, así como en la presentación y orientación por parte del profesor todos los contenidos temáticos tanto teóricos como prácticos que hacen parte de esta sección de esta unidad [10], los cuales permiten en el estudiante a través de la apropiación y aplicación dar respuesta a las preguntas que describen los escenarios problémicos de la unidad 2.

El laboratorio de robótica industrial cuenta un brazo robot de tipo industrial FANUC S420F de 6 GDL y capacidad de carga de 120 Kg dotado de una pinza de amarre exterior y sistema de vacío para transporte de producto. Además, se cuenta con 2 brazos robot colaborativos de UNIVERSAL ROBOTS de 6GDL y capacidad de carga 5 y 10 Kg, dotados de cámara de visión artificial y pinzas de amarre exterior y técnica de vacío, la figura 9 presenta la línea de robots industriales, se resalta al fondo de la imagen el robot

industrial FANUC, la CPU y la banda transportadora, más al frente de la figura se pueden observar los robots industriales tipo colaborativos marca UNIVERSAL.

Figura 9: Foto FANUC -Universal: Robótica Industrial



Fuente: Elaboración propia.

Alineación pedagógica y evaluativa:

Se tiene en cuenta el propósito formativo como eje central del proceso pedagógico, tomando evidencias aceptables que deben hacer los estudiantes para demostrar el logro del propósito, todo esto mediante un ambiente de enseñanza – aprendizaje que identifica la ruta general del curso. En la Tabla 3 se presenta el propósito formativo del curso.

Tabla 3. Propósito formativo

Propósito Formativo	Evidencia aceptable	Ambiente de Enseñanza - Aprendizaje
Formar profesionales en ingeniería electrónica con las competencias necesarias para diagnosticar, diseñar, implementar, supervisar y mantener procesos automatizados.	Identifica, interpreta y relaciona los componentes constitutivos de un proceso industrial.	Presentación de un proyecto, evidenciando las etapas de desarrollo (diseño, simulación, construcción) de un proceso industrial a escala

Fuente: Elaboración propia.

Los objetivos de aprendizaje están enmarcados dentro del propósito formativo del curso diversificando los tipos de socialización del proceso innovando en estrategias pedagógicas y en los tiempos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, evidenciando los resultados de apropiación de conocimiento mediante la aplicación de dispositivos y criterios de evaluación. En las Tablas 4 y 5 se presentan la alineación pedagógica y evaluativa a los objetivos de aprendizaje. Se aclara que en el instrumento guía original que se ha descrito en toda esta sección, son una sola tabla, se presenta como dos tablas básicamente para que el lector las pueda visualizar mejor.

Tabla 4. Objetivos de aprendizaje parte uno

Objetivo de Aprendizaje. OA	Evidencia Aceptable	Tipo de Socialización de Proceso /Producto
Desarrollar en el estudiante la habilidad para diseñar, simular y programar sistemas automatizados a partir del uso de controladores lógicos programables, HMI y robótica industrial	Analiza e Identifica el comportamiento de componentes, modela y verifica en software de simulación sistemas de producción que permitan dar solución a problemas industriales mediante la implementación de procesos automatizados.	Socialización frente a compañeros de clase, feria de emprendimiento y profesor del curso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Objetivos de aprendizaje parte dos

Estrategias pedagógicas para desarrollar	Tiempo de aprendizaje	Dispositivos y criterios de evaluación
Tutorías: profesor Rol de cátedra: Profesor. Técnicas didácticas: AVA, OVA, Plataforma MOODLE Guías de clase Guías de laboratorio Proyecto Final	Durante el semestre académico, el estudiante desarrolla un proyecto de curso, en el cual se presenta una solución automatizada a escala dando solución a un problema industrial.	Evidencias de desempeño talleres de clase, material multimedia prácticas de laboratorio, material multimedia práctica de laboratorio segundo idioma, parciales por plataforma Moodle y proyecto final de curso

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

El profesor debe integrar distintas estrategias metodológicas de acuerdo a los objetivos perseguidos en cada tema de un curso, estas metodologías relacionan técnicas y acciones lógicamente organizadas que crean un proceso y orientan a los estudiantes hacia determinados resultados de aprendizaje. En este sentido las estrategia metodológicas utilizadas para el desarrollo de los contenidos curriculares propuestos en fundamentación teórica de “Automatización Avanzada I” comprende la interacción con objetos virtuales de aprendizaje desarrollados por los profesores, talleres de clase aplicando normatividad internacional, por ejemplo estándar ISA 5.1, ISA 88, ISA 101 en el desarrollo de soluciones a problemas presentados en entornos reales de producción propuestos por los estudiantes, en la mejora o implementación en los laboratorios de la Universidad.

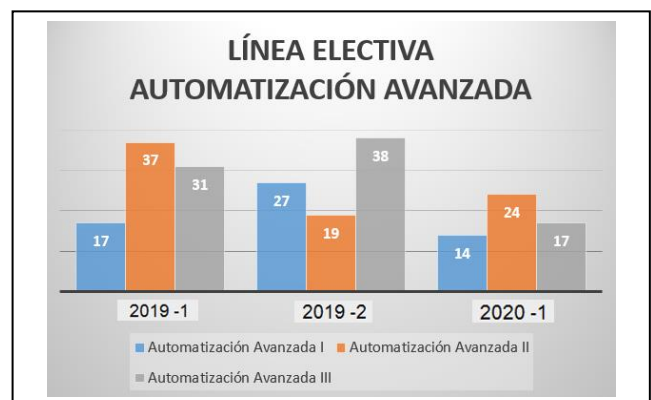
Esta fundamentación teórica se complementa en la parte práctica en el uso de software especializado para simulación, programación y comprobación de resultados en los laboratorios de neumática, electroneumática, PLC, Robótica industrial, Instrumentación y en sistema de producción modular (MPS), teniendo con esto un acercamiento real a los resultados esperados desde el análisis de la problemática propuesta en la estructura metodológica de la clase.

Esta metodología ha llevado a la consecución en algunos casos al desarrollo de proyectos de grado de estudiantes del curso y de la línea de profundización en “Automatización Avanzada”, se destacan los siguientes trabajos:

- Diseño e integración de una línea de producción bajo formalismo de sistemas de eventos discretos en el laboratorio de robótica industrial de la universidad.
- Automatización del sistema de agua y licuado para la preparación de la mezcla de cono enrollado y moldeado.
- Mejora del proceso de automatización y empaque de kits máquina sitma c-905.
- Laboratorio virtual a través de Internet con el robot Kuka LBR IIWA 14R820.
- Actualización del sistema de paletizado de cajas de cartón línea 2 Cervecería de Bavaria S.A.

La aplicación de este tipo de estrategias basada en problemas ha permitido una complementariedad y secuencialidad que se ve reflejada en la motivación e interés por parte de los estudiantes, demostrado en la continuidad en la línea electiva de “Automatización Avanzada”, es evidenciable en la Figura 10, en la cual se presenta una continuidad motivada por los estudiantes de los tres cursos que hacen parte de línea de profundización: Automatización Avanzada I, II y III y número de estudiantes promedio de los tres últimos semestres académicos.

Figura 10: Gráfica continuidad línea de profundización



Fuente: Elaboración propia.

Desde el enfoque pedagógico se facilitan los procesos de aprendizaje que integran la teoría, la práctica y la vida de la universidad al contexto social potencializando en el estudiante la autonomía, la creatividad, las habilidades de pensamiento, la construcción de su propio conocimiento y su compromiso con la sociedad.

Desde el modelo constructivista se busca desarrollar las estructuras cognitivas de tipo heteroestructurante, uno enseña

el otro aprende (clase magistral); auto estructurante, uno aprende por si solo (autoaprendizaje) y coestructurante, se aprende de manera cooperativa (aprendizaje cooperativo y colaborativo). El estudiante es quien construye su propio proceso de conocimiento, indagación, búsqueda de información, planeación del trabajo autónomo, espíritu crítico y reflexivo que lo fundamentan en los conceptos de la investigación científica.

La propuesta y aplicación de esta tipo de estrategias permite encauzar la acción de los profesores como mediadores del aprendizaje; promover la autonomía y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes; dinamizar el acto educativo desde la praxis pedagógica utilizando diferentes formas metodológicas, promoviendo el aprendizaje a través de pedagogías problémica, estudio de casos y desarrollo de competencias en el manejo de las tecnologías de la información y la comunicación, utilizando la evaluación como elemento mediador del aprendizaje.

V. CONCLUSIONES

La pedagogía problémica desde el modelo constructivista establece que el estudiante desarrolle un pensamiento crítico e investigativo debido a que permite que el estudiante aplique las temáticas de un curso como el de Automatización Avanzada a las problemáticas que se pueden generar desde el perfil profesional como Ingeniero Electrónico, estos procesos pedagógicos articulan la investigación y la proyección social a través de la generación de productos buscando las soluciones a las problemáticas industriales presentadas en el proceso de formación enmarcadas en los objetivos de aprendizaje.

Esta metodología será evaluada de forma continua con el fin de realizar la retroalimentación y consolidar el proceso formativo a través de este tipo de pedagogía.

VI. REFERENCIAS

- [1] Pedagogía problémica. <https://www.magisterio.com.co/libro/pedagogia-problemica>
- [2] Enfoque pedagógico, 2019. <https://www.ecci.edu.co/sites/default/files/inline-files/Enfoque%20pedago%CC%81gico%20institucional.pdf>
- [3] Implementation of elective line in advanced automation for electronic Engineering program. A.C. Llanos, L.F. R. Riveros, V.H. B. Tristancho. TAAE 2018.
- [4] Ciclos propedéuticos. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86432_Archivo_pdf.pdf.
- [5] Taxonomía de los niveles del aprendizaje de la ingeniería y su implementación mediante herramientas informáticas. P. Fernández-Sánchez, A. Salaverría, E. Mandado Pérez. TAAE 2012.

[6] PULIDO, M. (2005). Controladores lógicos. España: Marcombo.

[7] Automatismos Industriales. BARBADO, J. 2013. México: Alfaomega.

[8] LEIVA, L. (2005). Diseño y programación con autómatas programables (Tracts in Advanced Robotics) de Peter Corke | 23 mayo 2017.

[9] Educational Module for Laboratory Practice in the Areas of Instrumentation, Automation, Control and Industrial Communications. , L.F. R. Riveros, V.H. B. Tristancho, A.C. Llanos, J. F. B. Navarro TAAE 2016.

[10] Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB® Second, Completely Revised, Extended and Updated Edition (Springer Tracts in Advanced Robotics) de Peter Corke | 23 mayo 2017.