

# 15

## LA NOCIÓN DE AUTOMATIZACIÓN EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO PROFESIONAL EN LOS INGENIEROS EN SISTEMAS

### THE NOTION OF AUTOMATION IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL THINKING IN SYSTEMS ENGINEERS

Dionisio Vitalio Ponce Ruiz<sup>1</sup>

E-mail: [uq.dionisioponce@uniandes.edu.ec](mailto:uq.dionisioponce@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5712-4376>

Juan Gustavo Viteri Álvarez<sup>1</sup>

E-mail: [sq.juangva73@uniandes.edu.ec](mailto:sq.juangva73@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-552X>

Leonardo José Giler Chango<sup>1</sup>

E-mail: [joselgc.tmq@uniandes.edu.ec](mailto:joselgc.tmq@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6038-9490>

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ponce Ruiz, D. V., Viteri Álvarez, J. G., & Giler Chango, L. J. (2021). La noción de automatización en el desarrollo del pensamiento profesional en los Ingenieros en Sistemas. *Revista Conrado*, 17(S2), 117-122.

#### RESUMEN

Desarrollar el pensamiento sistémico, constituye uno de los grandes desafíos de la formación profesional de los ingenieros, a este particular se enfoca la investigación que se ha desarrollado en la Universidad UNIANDÉS Quevedo. La finalidad ha sido establecer nuevas lógicas de gestión de los procesos formativos e investigativos, con la intención de empoderar a los estudiantes en el pensamiento sistémico desde el ámbito de la automatización de procesos. Se procedió en un marco experimental con un enfoque cuali-cuantitativo y un alcance propositivo, empleándose métodos como: analítico-sintético, inductivo-deductivo, la modelación, el sistémico y las metodologías ágiles. El principal resultado se concreta en el sistema de acciones pedagógicas didácticas e investigativas y su inserción en la práctica formativa profesional de la institución.

#### Palabras clave:

Ingeniería, sistémico, formación, automatización.

#### ABSTRACT

Developing systemic thinking is one of the great challenges in the professional training of engineers. The research developed at UNIANDÉS Quevedo University is focused on this particular issue. The purpose has been to establish new logics of management of the formative and investigative processes, with the intention of empowering students in systemic thinking from the field of process automation. We proceeded in an experimental framework with a quali-quantitative approach and a propositive scope, using methods such as: analytical-synthetic, inductive-deductive, modeling, systemic and agile methodologies. The main result is concretized in the system of didactic and investigative pedagogical actions and their insertion in the professional training practice of the institution.

#### Keywords:

Engineering, systemic, training, automation.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo asume un enfoque investigativo de corte descriptivo – propositivo al profundizar en las relaciones de carácter formativo que se establecen en los procesos de desarrollo de las competencias asociadas al perfil del ingeniero en sistemas. El estudio que se presenta se direcciona a mostrar los resultados de un proceso sistemático de formación en los estudiantes de la Carrera de Sistemas de la Universidad UNIANDÉS Quevedo, de lo que los autores consideran “el pensamiento ingenieril”, particularmente enfocado en el dominio de los procesos lógicos-operativos de la automatización y sus aplicaciones prácticas.

El entorno universitario desde los años 70 del siglo XX, respondiendo a la emergencia de nuevas profesiones y al desarrollo de las industrias tanto en Europa, como en Estados Unidos, fue modelando algunas carreras de ingeniería, que asumieron en sus mallas curriculares, los temas de la automatización y el control de procesos. Es en ese contexto que surgen titulaciones como: Ingeniería en Controles Automáticos, Ingenierías en Automatización, Ingeniería Cibernéticas entre otras hasta dar paso a las Ingenierías en Sistemas.

Las carreras antes mencionadas, giran su construcción del perfil profesional, en torno al desarrollo de destrezas, habilidades y competencias en la solución de problemas ingenieriles, desde el empleo de lógicas de automatización, ello conduce al desafío de lograr una excelencia en el empoderamiento profesional de los estudiantes, desde reconocer, interpretar y aplicar metodologías y procedimientos de automatización a procesos de medición y control cada vez más complejos.

Si bien las carreras de ingeniería en sistemas y en automatización, no son de amplias matrículas, constituyen un eje de formación profesional cada vez más demandado con respecto a los estados y regiones, lo cual les condiciona a los diseñadores curriculares y a los docentes de las mismas un crecimiento en su gestión formativa. Siendo coherentes los claustros docentes con tal desafío, se precisa trabajar con énfasis el desarrollo de la noción de automatización como pilar del pensamiento profesionales de los graduados de esas carreras.

El estudio preliminar desarrollado en torno al objeto de transformación: la Formación profesional del ingeniero en sistema, permitió revelar las manifestaciones tanto externas como internas del mismo. Se evidenciaron así, aspectos tales como: debilidades en la estructuración curricular de la carrera; limitado enfoque práctico en las áreas de robótica, electrónica digital y teoría de sistemas; y una limitada integración de saberes sobre automatización que

permita resolver complejos problemas a nivel del control de procesos en industrias. Lo antes establecido permite asumir que el problema central de la investigación ha estado dirigido a: ¿Cómo contribuir al desarrollo del pensamiento de los ingenieros en sistemas de la Universidad UNIANDÉS Quevedo, en relación con la noción de la automatización y sus implicaciones en la solución de problemas profesionales de la carrera?

Desde una aproximación rigurosa a esta temática, en un principio, se han de establecer consideraciones en torno a la automatización como necesidad formativa en los estudiantes de ingeniería en Sistemas. Por ello, los investigadores asumen el desafío de entender el papel de los procesos de automatización en la solución de complejas problemáticas laborales. Se toma en cuenta en este aspecto, el hecho de la tradición formativa en el área de la automatización industrial, los controles automáticos, la robótica y la inteligencia artificial, especialidades aun incipientes en el Ecuador.

Es muy útil considerar que los procesos de automatización requieren de los estudiantes, lógicas de pensamiento mucho más integradas y al mismo tiempo, el que estos sean capaces de entender dos elementos esenciales en la teoría general de sistemas, a saber: los componentes y sus relaciones. La formación profesional del ingeniero en sistemas exige a este un profundo conocimiento en relación a categorías, como: recursividad, autopoiesis, homeóstasis, entropía, oscilación y desarrollo. El dominio de estos saberes le confiere un particular ejercicio académico al empleo de la noción de automatización, y condiciona revelar la misma para su apropiación en los procesos de aprendizaje profesional. (Nolla, 2006; Ricardo et al. 2018)

“El desarrollo tecnológico y la conformación de estructuras avanzadas de información en todo nivel generan problemas cada vez más difíciles de resolver y entornos con fenómenos incomprensibles para el ser humano.” (Martínez & Londoño, 2012). Es evidente que el avance de la ciencia y la tecnología, le han transferido a la universidad la necesidad de perfeccionar sus procesos de formación, algo que, en el área de las ingenierías, suele demandar no solo recursos materiales, más bien un mayor énfasis en las prácticas pedagógicas formativas. Esta realidad se vuelve mucho más exigente cuando se analizan carreras consideradas “jóvenes” y que por tanto no tienen desarrolladas todas sus potencialidades formativas.

Es por lo antes expresado que el pensamiento ingenieril desde la teoría de sistemas va siendo cada vez más relevante. “No obstante, y a pesar de su popularidad, existen

dificultades para definir lo que constituye el pensamiento sistémico y cómo aplicar las ideas principales en un campo particular o un contexto práctico.” (Cabrera, Colosi, & Lobdell, 2008)

En relación a la sistematización de los contenidos asociados a la formación de los Ingenieros en sistemas, es manifiesto el nivel de complejidad de esta carrera. Para (Jaramillo, 2021) los procesos de formación en torno a la automatización como disciplina en las carreras universitarias de sistemas, electromecánica o electrónica, constituyen un área de intervención que necesita ser trabajado con mucha disciplina y desde una visión holística y compleja, por la propia naturaleza del contenido cultural que se trabaja en materia de diseño, desarrollo e implementación de sistemas de control automático.

Es evidente la existencia de una amplia discusión teórica en torno a la necesidad formativa de la noción de Automatización en los estudiantes de ingeniería en sistemas y ramas conexas, revelando que no siempre el interés formativo en las facultades o carreras de Sistemas ha estado direccionado a esa práctica. Es importante entender las tendencias presentes en los entornos universitarios sobre la formación en temas complejos, por ello en relación al contenido cultural de los controles automáticos y la automatización industrial, es pertinente observar los criterios formativos configuracionales trabajados por (Fuentes González, 2010) y apreciaciones de (Da cuaha & Hernández Velez, 2019) quienes aseguran que existe la necesidad de orientar el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la disciplina Automatización, considerando que para los ingenieros, este aprendizaje pasa por el desarrollo de habilidades sustentadas en capacidades prácticas.

La investigación se proyecta en sus aspectos conceptuales, desde el reconocer la necesidad de ampliar las bases conceptuales, metodológicas y actitudinales en el ejercicio de prácticas de automatización durante los años de formación, pero privilegiando la apropiación sistémica y compleja de la realidad, desde el correcto empleo de la categoría automatización como sistema teórico y metodológico.

## METODOLOGÍA

El proceso investigativo asumió en su realización un enfoque cuali-cuantitativo, se desarrolló con una tendencia experimental y de investigación acción en el contexto de la realización de un estudio descriptivo propositivo. Durante su realización se emplearon diversos métodos, tanto generales como particulares de las ciencias involucradas en la problemática.

Se tomó en cuenta la Carrera de Ingeniería en Sistemas, constituyéndose esta en la población observada durante el estudio. En relación con los involucrados en el estudio se consideró la población conformada por docentes y estudiantes de la carrera. En la práctica se empleó el método analítico sintético, en cual posibilitó a los investigadores, estructurar un marco conceptual de la problemática.

Al propio tiempo se desarrollaron observaciones científicas, direccionadas desde una guía de observación, que permitió revelar los rasgos del comportamiento tanto de docentes tutores como de estudiantes al trabajar los elementos de automatización en sus proyectos.

La investigación ha demandado, un profundo análisis documental que ha permitido revisar las normas internacionales, asociadas tanto a la formación profesional como a la gestión de proyectos de ingeniería con énfasis en soluciones automatizadas. El análisis de la literatura científica asociado a los fundamentos normativos de la gestión de proyectos domóticas o de automatización se efectuó mediante el contraste documental de varios proyectos de grado tanto en la sede UNIANDES como en otras Universidades de Ecuador.

## RESULTADOS

Al valorar los resultados de la investigación es necesario establecer que estos se concretan en dos grandes ámbitos, a saber: el entorno formativo y el de titulación. En relación con la formación, se logra dar relevancia a las asignaturas asociadas al eje de la automatización, el control y la Robótica, algo que por lo general es trabajado en las universidades no tecnológicas como asignaturas complementarias. Es meritorio el señalar que el proceso sistematizado, ha dado paso a la generación de múltiples proyectos de investigación en temas de robótica, automática y domótica.

El estudio en primer lugar permite establecer algunas consideraciones teóricas, obtenidas del análisis documental y el estado del arte en relación con las visiones que la comunidad científica y académica establece para reconocer a la Automatización, como un área esencial de la formación profesional de los ingenieros en sistemas.

La aplicación del pensamiento sistémico en ámbitos académicos y operativos establece un marco conceptual que permite abordar los problemas que surgen de la conformación de estructuras avanzadas de información y de complejas organizaciones de los sistemas sociales. El pensamiento sistémico contribuye a estructurar el entendimiento de las realidades, a constituir las bases para estudios posteriores de modelamiento y a definir los

comportamientos de los sistemas. (Martínez & Londoño, 2012)

Tomando en cuenta la reflexión anterior, es consecuente asumir que, en los entornos de trabajo de los ingenieros en sistemas, sea una necesidad el tener un pleno dominio de las lógicas de intervención propias de los procesos automatizados y además mantener una permanente búsqueda de procesos de empoderamiento tanto teóricos como metodológicos, para asegurar la calidad en la solución de los desafíos que la profesión genera.

**El aprendizaje de un lenguaje de programación, puede no ser una tarea sencilla pues implica el razonamiento del paradigma de programación en el que está enmarcado, el entendimiento de la sintaxis del propio lenguaje, el desarrollo de una correcta lógica de programación y la aplicación de una buena metodología de desarrollo de software, todo esto al mismo tiempo (Tejera-Martínez et al. 2020). Más allá ello, se encuentra un problema mayor: el desarrollar en el estudiante una mentalidad sistémica con respecto a los lenguajes de programación, que le permitirán a su vez alcanzar competencias adecuadas en el uso de distintos lenguajes como herramienta, y no como un fin. (Ruiz, López, & Brito, 2015; Olivares et al. 2019)**

El análisis de la literatura ha permitido aquilatar el valor que significa lograr una verdadera aproximación conceptual al término "Automatización", algo indispensable en la formación de los profesionales en la carrera de sistemas.

La tecnología de la automatización se centra en el conocimiento de los dispositivos tecnológicos utilizados en la implementación de los automatismos, tales como transductores, pre accionadores, dispositivos funcionales de aplicación específica (temporizadores, contadores, módulos secuenciadores, etc.) y los dispositivos lógicos de control (autómatas programables industriales) a cuyo estudio dedicamos una parte del contenido del presente trabajo.

A partir de la previa definición, es posible concluir que la domótica surge a partir de la integración de los servicios de vivienda proporcionados por sistemas multifuncionales, que puede estar conectados tanto a redes interiores y exteriores como entre sí. Su objetivo principal es asegurar al hombre la disminución de gastos a partir del uso de menores cantidades de energía, comodidad mediante una óptima gestión técnica de la vivienda y seguridad al tener toda la vivienda integrada. (Junestrand, Passaret & Vázquez, 2004; Montecinos, 2008)

La investigación aporta como resultado fundamental el Sistema de Acciones Pedagógicas - didácticas e Investigativas de gestión formativa de la Noción

Automatización en los estudiantes de ingeniería en Sistemas.

Este sistema de acciones se grafica a continuación para mostrar las múltiples y complejas relaciones formativas que direccionan los procesos de formación académica, investigación formativa y vinculación. Los elementos se estructuran desde la concepción del valor que representa un dominio teórico y metodológico de los saberes asociados a la disciplina automatización, para la formación de los estudiantes de la carrera de sistemas en la universidad UNIANDÉS Quevedo.

Figura 1. Macro estructuración de los procesos de formación de la Noción de Automatización en los estudiantes de Ingeniería en Sistemas.

La estructuración de este sistema de acciones ha permitido a la dirección de la Carrera de sistemas en la Universidad UNIANDÉS Quevedo, direccionar un área de formación que, por lo general, queda relegada solo a la enseñanza teórica, con motivo de lo compleja y costosa de su realización con respecto a simuladores o prototipos.

Las Acciones orientadas al control y mejora del proceso formativo de la Noción Automatización en los estudiantes de la ingeniería en sistema y la ingeniería en software, se focalizan en tres grandes ámbitos, por ello La organización con respecto a la carrera se establece del siguiente modo:

- Acciones de desarrollo del Pensamiento Lógico Sistémico Ingenieril
- Acciones de Diseño del Entorno Aprendizaje Sistémico Ingenieril
- Acciones de Sistematización de Prácticas de Investigación Con soluciones Automatizadas.

#### Implementación parcial del sistema de acciones

Para lograr implementar este sistema de acciones, se fueron desarrollando a nivel del Claustro de Profesores varias tareas de orden organizativas, proyectivas y de Control, destacando la realización en los periodos académicos de los años 2020 y 2021, las siguientes:

1. Selección de materiales académicos para reforzar las bases bibliográficas necesarias en relación con los temas de las asignaturas, sistema, robótica, electrónica digital, entre otras.
2. Desarrollo de talleres docentes metodológicos para trabajar la introducción del Currículo de las

asignaturas que abordan temáticas asociadas, a lógica, arquitectura, robótica, automatización.

3. Fortalecimiento del banco de problemas de investigación en la línea Automatización y Control.
4. Fortalecimiento del apoyo de tutorías a los estudiantes con trabajo de titulación que abordan temáticas de automatización.
5. Desarrollo de reuniones bimestrales en la unidad de Investigación de la carrera para evaluar los avances de los proyectos con temáticas de automatización.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las valoraciones realizadas en el orden teórico conceptual han estado amparadas en contrastaciones con autores, a saber (Canales & Martínez J, 2010) y (Ponsa & Granollers, 2009) que priorizan las automatizaciones para el control de procesos como el riego, la dinámica de purificación de aguas residuales, u otras realidades socioeconómicas e industriales.

El desarrollo de un pensamiento o una noción de automatización, a más de constituir un desafío, en las condiciones actuales de la práctica profesional de los ingenieros en sistemas, constituye una obligación. En tal cometido los resultados de esta investigación corroboran la existencia de un desfase entre la trascendencia que este aprendizaje tiene y el modo en el cual, las universidades están contribuyendo a su construcción.

Por otra parte, el diseñador y el equipo de mantenimiento de los procesos automatizados deben contar con una serie de procedimientos metodológicos que le permitan abordar de una manera sistematizada y potente el estudio preliminar, diseño, análisis y mantenimiento de estos sistemas automatizados. (Moreno, 2001)

El análisis comparativo con otras experiencias internacionales en cuanto a la formación de profesionales en automática, domótica, y control, conduce a juzgar los programas que, en este sentido, presenta la Universidad de Valencia, en España. Al valorar el trabajo del CAMPUS ADIF-FFE VALENCIA, se observa que son instalaciones con visiones tecnológicas fundamentadas en la gestión de aulas especializadas dotadas de maquetas y simuladores de sistemas reales, lo que permite ofrecer formación presencial práctica de alta calidad. Ello permite asegurar que la experiencia desarrollada en UNIANDÉS Quevedo es loable, al potenciar en laboratorios informáticos y con un colectivo pequeño de docentes varios trabajos de grado en el área de la automatización, el control y la domótica.

Es importante también considerar dentro de la discusión de los resultados, como el trabajo colectivo, entre especialistas de diversa formación y de perfiles profesionales asociados a áreas conexas permite instituir un entorno transpositivo de aprendizaje cultural en relación con la ingeniería, propiciando investigaciones colectivas y gestión en los trabajos de titulación, que potencian el diálogo creativo y la generación de resultados científicos trascendentes para la Universidad UNIANDÉS Quevedo.

En Latinoamérica destacan por su empeño la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT, a través de su Departamento de Ciencias Matemáticas, se ha involucrado en los procesos de control automático desde hace aproximadamente 20 años. Así, **en 2016, ha logrado para la Institución la sede del XVII Congreso Latinoamericano de Control Automático (CLCA)**, un evento que se realiza cada dos años en la región y en el que la Escuela participa desde 2002.

Se destaca como de modo gradual, pero sistemático, la carrera de sistemas ha ido incrementando sus investigaciones y participaciones en trascendentes eventos internacionales, en los cuales han compartido sus experiencias investigativas en el ámbito de la automática. Ello se constituye en una fortaleza, pues supera la visión y práctica tradicional de trabajar solo temas de grado desde el desarrollo de programas informáticos.

## CONCLUSIONES

En primer lugar, la investigación propicia un amplio estudio sobre dos categorías esenciales en el ámbito de la formación profesional de los ingenieros en sistemas, a saber: automatización y pensamiento sistémico, se ha podido valorar como la construcción de estas nociones desde el plano teórico, se erige en una necesidad formativa a la cual hay que atender desde el currículum, hasta la evaluación de su aprendizaje.

En el estudio se logra evidenciar como se estructura la formación del pensamiento sistémico y la noción de automatización en los estudiantes, desde el desarrollo de un entorno de aprendizaje caracterizado por la direccionalidad del proceso y por la necesidad de desarrollar grupos colaborativos que desarrollen experiencias creativas desde el hardware y el software en consonancia con desafíos domóticos, entre otros.

El principal aporte de esta investigación se expresa en un Sistema de acciones de gestión de los procesos formativos e investigativos de Automatización y control, tanto para estudiantes y como docentes, con la intención de empoderar a estos en el pensamiento sistémico desde el ámbito de la automatización de procesos. Es en el

contexto de la aplicación de ese sistema de acciones que la carrera de Ingeniería en sistema ha podido direccionar un número significativo de trabajos de grados que elaboran prototipos, organizan proyectos de automatización y control, así como desarrollan casas domóticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera, D., Colosi, L., & Lobdell, C. (2008). Systems thinking. *Evaluation and program planning*, 31(3), 299-310.
- Canales, A. R., & Martínez, J. M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Marcombo.
- Da Cunha, J., & Hernández Vélez, T. (2019). El proceso de enseñanza-aprendizaje de la automatización en la carrera de Electromecánica. *Conrado*, 15(69), 89-95.
- Fuentes González, H. (2010). Dinámica del proceso docente educativo en la Educación Superior. Editorial Universitaria.
- Jaramillo, E. (2021). Taller de inducción a la automatización. Procesos Industriales. Equipo Diseño Instruccional AIEP.
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vázquez Álvarez. (2004). *Domótica y hogar digital*. Editorial Paraninfo.
- Martínez, F. L., & Londoño, J. E. (2012). El pensamiento sistémico como herramienta metodológica para la resolución de problemas. *Revista Soluciones de Postgrado*, 4(8), 43-65.
- Montecinos, C. (2008). Desarrollo profesional docente y aprendizaje colectivo. Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad, 2(1), 105-128.
- Moreno, E. G. (2001). Automatización de procesos industriales. Alfaomega.
- Nolla Domenjó, M. (2006). Formación Continuada: El proceso cognitivo y el aprendizaje profesional. *Educación médica*, 9(1), 11-16.
- Olivares, S. L. O., Torres, E. A., Palet, J. E. A., Corolla, M. L. T., Cabrera, M. V. L., & Valdez-García, J. E. (2019). Valor percibido de una experiencia de inmersión educativa para el desarrollo de competencias transversales: Semana i. *Educación Médica*, 20, 93-99.
- Ponsa, P., & Granollers, A. (2009). Diseño y automatización industrial. *Universidad Politécnica de Cataluña*.
- Ricardo, J. E., Peña, R. M., Zumba, G. R., & Fernández, I. I. O. (2018). *La Pedagogía como Instrumento de Gestión Social: Nuevos Caminos para la Aplicación de la Neutrosología a la Pedagogía*. Infinite Study.
- Ruiz, J. G., López, M. H., & Brito, A. L. (2015). Pensamiento sistémico y desarrollo de competencias, en el aprendizaje de los lenguajes de programación. *ANFEI Digital*. (2), 1-7.
- Tejera-Martínez, F., Aguilera, D., & Vilchez-González, J. M. (2020). Lenguajes de programación y desarrollo de competencias clave. Revisión sistemática. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22, 1-16.