

53

ESTADO ACTUAL DE LA HABILIDAD MODELAR PROCESOS DINÁMICOS DE CONTROL AUTOMÁTICO

CURRENT STATE OF THE SKILL MODEL DYNAMIC PROCESSES OF AUTOMATIC CONTROL

Carlos Rafael Molina Hernández¹

E-mail: carlos.molina@umcc.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5216-1338>

Walfredo González Hernández¹

E-mail: walfredo.gonzalez@umcc.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8974-3721>

Gil Cruz Lemus²

E-mail: gil@tesla.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2792-0865>

¹ Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Cuba.

² Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Molina Hernández, C. R., González Hernández, W., & Cruz Lemus, G. (2020). Estado actual de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático. *Revista Conrado*, 16(73), 400-409.

RESUMEN

En el artículo se describe la problemática relacionada con el desarrollo de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático en la formación del ingeniero químico. Para ello se aplicaron los diferentes métodos de investigación tanto del nivel teórico como del nivel empírico. Su utilización facilitó el diagnóstico del estado inicial de la variable de estudio como objetivo esencial de la presente investigación a partir de las cualidades que caracterizan a la habilidad en sus dimensiones, indicadores e instrumentos.

Palabras clave:

Diagnóstico inicial, habilidad, modelar procesos dinámicos de control automático.

ABSTRACT

In the article the problem related with the development of the ability is described to model dynamic processes of automatic control in the chemical engineer's formation. For they were applied it the so much different investigation methods of the theoretical level as of the empiric level. Their use facilitated the diagnosis of the initial state of the study variable as essential objective of the present investigation starting from the qualities that characterize to the ability in its dimensions, indicators and instruments.

Keywords:

Initial diagnosis, skill, model dynamic processes of automatic control.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no existe industrias con procesos complejos que no utilicen el control automático en sus procesos por las múltiples ventajas que le proporciona. El control automático ha pasado a ser una herramienta de trabajo de la industria química que le permite ser competitiva en el mercado globalizado.

Las exigencias del mercado, la utilización de una ciencia y tecnología comprometida con los preceptos de sostenibilidad le permite afirmar a los autores Molina Hernández, González Hernández & Cruz Lemus (2018), que *“la tendencia de la industria química [contemporánea] señala el ascenso de la eficiencia de los procesos: mediante la sustitución de materias primas, la elaboración de nuevos productos, el empleo más eficiente de portadores energéticos, la reutilización de productos residuales, el incremento de la automatización entre otras”*. (p. 231)

La necesidad de formar a un profesional que sea capaz integrar las fisuras abiertas en el conocimiento entre las diferentes ingenierías y la aplicación del control automático de proceso en las que interaccionan como un sistema, le permiten argumentar a los pedagogos Qin & Badgwell (2002), citado por Pinzón Ardila (2010), que *“la Ingeniería de Control o de Sistemas de Control es una disciplina de la ingeniería donde se aplica la teoría de control para el diseño de sistemas con comportamientos predecibles”* (p. 2). Es precisamente esta potencialidad, que beneficia a la industria química y le proporciona la posibilidad de conocer las magnitudes de las variables fundamentales del proceso tecnológico con la aplicación de la modelación de los procesos dinámicos de control automático.

Justifica la presencia de la disciplina Fundamentos De Automatización en el Plan D del currículo de la Ingeniería Química que tenga como objetivo formar al estudiante en temas relacionados con esta rama del saber, que satisfaga la necesidad de entregar a la organización (empleadora) un profesional potencializado (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2010a). La asignatura Control Para Procesos tiene incluido entre los objetivos del sistema de conocimientos *“determinar el comportamiento dinámico de un sistema de control”* (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2010b). El Plan E, da continuidad a este propósito al reafirmar como habilidad a dominar en la asignatura: *“Analizar el comportamiento dinámico de sistemas de automatización sencillos”* (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2017).

Los autores de este artículo concuerdan con el criterio de Pinzón Ardila (2010), al corroborar la necesidad de una disciplina en la que *“se trata de comprender los sistemas físicos, utilizando modelos matemáticos, en términos de*

entradas, salidas y varios componentes con diferentes comportamientos; la utilización de herramientas de diseño de sistemas de control para desarrollar controladores para estos sistemas e implementar los controladores en sistemas físicos utilizando la tecnología disponible”. (p. 2)

Para que el estudiante pueda apropiarse del conocimiento que le permita modelar procesos dinámicos de control automático debe poseer una alta formación sustentada en la modelación matemática. La modelación de los procesos dinámicos de control automática posee una teoría y práctica profesional que redundan en el diseño de la planta para el funcionamiento operativo y de control del proceso tecnológico. A su vez, brinda la información de las variables y parámetros del proceso para que el ingeniero químico, al aplicarlo, ejecute la toma de decisiones oportuna para cada contexto.

En el análisis de las reuniones metodológicas de la disciplina en los cursos precedentes se manifestaron insuficiencias en el proceso de enseñanza aprendizaje: en el proceso académico se detectó carencia en la modelación de procesos de control automático indicadas en el deficiente desempeño docente alcanzado por los estudiantes y, en la práctica laboral se detectó carencia en la modelación de procesos de control automático. En la investigación se examinó el enfoque educativo actual del currículo en la Disciplina Fundamentos de Automatización en la Ingeniería Química de la Universidad de Matanzas. Se analizaron sus objetivos, su sistema de conocimientos, el componente académico, el componente laboral y el componente investigativo. En la búsqueda bibliográfica realizada, por los autores, no logran encontrar en la teoría la habilidad: modelar procesos de control automático. Los elementos investigados permiten llegar a la conclusión que se necesita lograr la habilidad: modelar procesos de control automático y por consiguiente diagnosticar el estado actual de la habilidad.

Realizar el diagnóstico del estado inicial de la variable de estudio: Habilidad modelar procesos dinámicos de control automático es el objetivo esencial del presente artículo.

La base teórica conceptual que debe aprender el estudiante como parte fundamente del conocimiento para modelar procesos dinámicos de control automático se forma desde el papel protagónico que este realiza como constructor activo de su proceso cognitivo, bajo la orientación del profesor como conductor del proceso docente.

Es criterio de León Morejón (2016), que *“las habilidades se forman basándose en la asimilación de los conceptos sobre los diferentes aspectos y propiedades de los objetos que se estudian. La vía principal de formación de las*

habilidades consiste en acostumbrar a los estudiantes a ver los diferentes aspectos en el objeto, a aplicar en el diverso, conceptos, a formular en los conceptos diversas relaciones a dicho objeto, a los estudiantes hay que enseñarles a ir transformando el objeto con ayuda de la síntesis a través del análisis” (p. 19)

La formación y desarrollo de las habilidades se manifiestan en la actividad del sujeto, por ello se hace necesario profundizar en esta como punto de partida. La teoría de la actividad, elaborada por Leontiev constituye un fundamento necesario para su adecuado enfoque, donde:

Según Leontiev, citado por Castro Ramos (2017), *“la actividad del hombre constituye la estancia de la conciencia, el hombre guiado por un objetivo consciente, ejecuta una serie de acciones encaminadas a resolver los objetivos parciales que le permitan cumplir el objetivo trazado, es decir, la actividad se manifiesta a través de acciones. El hombre es quien guía sus acciones manuales, utilizando sus acciones mentales, siendo este el punto de partida de la actividad”*. (p. 4)

La argumentación anterior señala, para el contexto de análisis, que lograr el aprendizaje del conocimiento por parte del estudiante de la modelación de los procesos dinámicos de control automático, parte de la necesidad y del motivo que posee el mismo para que lo conduzca a lograr de manera consciente este objetivo.

En otro orden de análisis que aporta al estudio de la habilidad es el principio de la mediación instrumental, que señala que las acciones humanas, tanto individuales como sociales están mediadas por herramientas y signos, es uno de los principios de la corriente sociocultural del desarrollo cognitivo, afirmado por Camargo Uribe (2018).

Ver de manera aislada los mediadores no es posible, se tiene que considerar a este como un elemento presente en el proceso de enseñanza aprendizaje. Además, se debe resaltar el papel transcendental del desarrollo de los procesos superiores y su carácter social en la apropiación cultural. La mediación en el ámbito escolarizado (social) permite la reconstrucción interna de una operación externa (internalización). Por otra parte, el mediador posibilita la formación de la zona de desarrollo potencial, indispensable para que los estudiantes se apropien de los nuevos conocimientos bajo la orientación del profesor.

La modelación de procesos dinámicos de control automático como conocimiento necesario para la formación del profesional del ingeniero químico, utiliza la mediación instrumental en el diseño e interpretación de los procesos químicos. Los procesos dinámicos de control automático poseen símbolos y signos propios en su teoría y práctica

profesional. Los autores comparten el criterio de Skemp (1987), citado por Rico (2019), cuando expresa que *“comprender un contenido matemático en profundidad implica interpretar sus conceptos y ejecutar sus procedimientos con significado coherente, “entender algo significa asimilarlo en un esquema apropiado”* (p. 154)

La utilización de la representación matemática de las leyes que expresan los fenómenos propios de la industria química requiere de una mayor profundidad en el modelado para establecer los nexos a través de las ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento dinámico de los diferentes sistemas. Los autores comparten la opinión de Camargo Uribe (2008), cuando argumenta que a partir de *“la mediación semiótica que el profesor debe gestionar para enraizar significados que estén en consonancia con la cultura matemática a la que se espera acercar a los estudiantes”* (p. 8)

En los textos de la teoría de control para transmitir su conocimiento se emplean con frecuencia esquemas de control. A juicio de los autores de la presente investigación los esquemas de control son representaciones gráficas, de diagramas esquemáticos, de diagramas de bloque que actúan como instrumentos mediadores. Facilita el aprendizaje la apropiación cultural por parte del estudiante de los símbolos y signos que permiten la interpretación correcta de los distintos elementos de control. Se apoya entre otras en la interpretación de diagramas esquemáticos, diagramas de bloque y la utilización de códigos de identificación universal que responden a las directrices de la norma ANSI/ISA S5.1 (Del Valle Gutiérrez & Iturralde, 2017).

En otro orden de razonamiento, la habilidad de modelación es vista por Orozco Pérez, Atiénzar Rodríguez & Cuenca Díaz (2013), como *“aquella habilidad intelectual que permite la construcción y utilización de imágenes de carácter modelador que transmiten las relaciones entre los objetos, los fenómenos y sus elementos en una forma espacial, más o menos esquemática y convencional, las cuales estructural y funcionalmente, equivalen a los signos representativos como son: maquetas, dibujos, esquemas, planos, diagramas y gráficos, entre otros”* (pp. 140-141)

La compleja actividad de modelar procesos dinámicos de control automático, por la profundidad de las leyes que deben ser aplicadas, requiere de la orientación intencionada por parte del profesor de un sistema de acciones y operaciones que contribuyan a que el estudiante pueda apropiarse del conocimiento (Vivanco Vargas & Sarango Alcívar, 2019). En otras palabras, el docente debe aplicar las invariantes funcionales o modelo estructural de la

modelación. Su aplicación conduce a la solución contextualizada de la habilidad: modelar procesos dinámicos de control automático.

Las dimensiones, indicadores e instrumentos que caracterizan a la habilidad ha sido análisis de estudio por diferentes autores entre los que se encuentran: Segura Montero (2015); León Morejón (2016). Estos autores identifican a los conocimientos como componentes cognitivos, las acciones y operaciones como componentes ejecutores y los motivos u objetivos como componentes inductores. Para caracterizarlas se hace imprescindible contar con la definición de la variable de estudio.

Los autores de la presente investigación asumen la definición de Molina Hernández, González Hernández & Cruz Lemus (2019), quienes definen a la *“habilidad modelar sistemas dinámicos como la ejecución de un sistema de acciones y operaciones a partir del conocimiento de las teorías de sistemas dinámicos y la motivación que tiene para ello cuyo resultado es un modelo dinámico, que en el caso del ingeniero químico es válido agregar que este modelo responde a procesos químicos que se ejecutan en la industria”*.

Para la definición anterior los autores de la presente investigación entienden el término de “sistema” como proceso. Se reconocen tres dimensiones: cognoscitiva, ejecutora y motivacional, por parte de los autores de la investigación, las mismas caracterizan el objeto de estudio de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático.

La división en dimensiones e indicadores permiten establecer el diagnóstico del estado actual de la habilidad: modelar procesos dinámicos de control automático a través de sus dimensiones e indicadores. Se asume la definición de Molina Hernández et al. (2019), y se presentan a continuación la definición de la dimensión y sus indicadores:

Cognoscitiva: Esta dimensión caracteriza el nivel de dominio de los conocimientos que debe apropiarse el estudiante para lograr modelar los procesos dinámicos de control automático.

1. *Aplican las leyes que describen los fenómenos propios de la profesión, que se utilizan para modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química.*
2. *Interpretan los procesos de la realidad en consonancia con la teoría del proceso de control para el modelado de los procesos dinámicos de control de la industria química.*

3. *Describen modelos matemáticos que les permitan modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química.*

4. *Describen la representación del sistema de signos mediadores para la construcción del modelo de la industria química.*

Ejecutora: Esta dimensión caracteriza el dominio de las acciones y operaciones que debe ejecutar el estudiante para elaborar y resolver el modelado de los procesos dinámicos de control automático.

1. *Seleccionan el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química.*

2. *Determinan las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control automático de la industria química.*

3. *Aplican modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química*

4. *Elaboran la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático de la industria química.*

5. *Evalúan la viabilidad de las representaciones logradas de los procesos dinámicos de control de la industria química.*

Motivación: Esta dimensión caracteriza parte del sistema regulador inductor, expresado en la motivación del estudiante para obtener un resultado lógico basado en el modelado de los procesos dinámicos de control automático.

1. *Posee vivencias afectivas positivas relacionadas con el proceso dinámico de control automático durante el aprendizaje de sus conocimientos y acciones.*

2. *Posee proyecciones futuras relacionadas con el proceso dinámico de control automático y sus modos de actuación como profesional de esta ciencia.*

3. *Estructura proyectos de vida relacionados con el proceso dinámico de control automático en el futuro.*

4. *Identifica los obstáculos para el desarrollo de los elementos de su personalidad necesarios para el proceso dinámico de control automático.*

5. *Traza estrategias de aprendizaje necesarias para aprender las formas de trabajo y pensamiento del proceso dinámico de control automático.*

6. *Regula su actuación sobre la base de sus aspiraciones como futuro profesional químico en lo relacionado con los procesos dinámicos de control automático.*

En otro orden de prioridades, corresponde analizar la muestra que compuso la investigación. La muestra se compuso por los estudiantes de la Universidad de

Matanzas de la carrera de Ingeniería Química de cuarto año segundo semestre de los cursos 2014-2015 (32 estudiantes) y 2015-2016 (13 estudiantes), la promoción de ambos cursos hasta su graduación. También integró la muestra los profesores que le impartieron clases a los estudiantes en el periodo señalado (10 profesores). Se añadió a la muestra aquellos egresados en su primer año de práctica laboral que recibieron la asignatura Control de Proceso en su cuarto año, de los cursos 2014-2015 (13 egresados) y 2015-2016 (5 egresados), que voluntariamente cooperaron con la investigación y que su ubicación laboral preferentemente estaba insertada en el sector industrial donde se aplica el control automático en su proceso tecnológico y; las organizaciones donde laboran los egresados participantes, de los cursos 2014-2015 (4 organizaciones) y 2015-2016 (3 organizaciones).

La selección de los egresados y las organizaciones se considera una muestra no probabilística, muestreo por criterios Bacallao, Alerm & Artiles (2002). Obedecen a criterios intencionados de la investigación, seleccionan individuos sin intentar que sean representativos de una población determinada y, de los datos obtenidos, se tomarían decisiones para formular la estrategia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación estuvo basada en el método dialéctico materialista desde el cual se asume el problema de la investigación a través del empleo fundamentalmente del paradigma cualitativo. Permitted conocer la esencia del objeto de estudio, sus características fundamentales y las contradicciones que en él se desarrollan.

Admitió enfocar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Control para Procesos y en particular, la modelación de procesos dinámicos de control automático como un proceso necesario.

Del nivel empírico se usaron el análisis documental, la encuesta, la prueba pedagógica, la triangulación.

A las muestras seleccionadas se le realizaron el diagnóstico utilizando los métodos empíricos que ayudan a reconocer los beneficios y dificultades del objeto de la investigación. La evaluación de las dimensiones e indicadores se sometieron a la triangulación de los resultados obtenidos para realizar conclusiones que definen el diagnóstico inicial de la variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la aplicación de cada método empírico a la investigación se presentan a continuación.

La aplicación de la técnica Positivo-Negativo-Interesante (PNI) a los estudiantes de cuarto año en los cursos 2014-2015 y 2015-2016 arrojó los siguientes resultados.

El 37.78 % de los estudiantes puntualizan que necesitan tener en cuenta muchos detalles para aplicar las fórmulas que describen los fenómenos propios de la profesión, utilizados para modelar procesos dinámicos de control automático.

El 31.11 % de los estudiantes consideran que les es difícil seleccionar los datos, el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química y el 42.22 % de los estudiantes afirman poseer deficiencia para determinar las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control automático de la industria química. El 37.78 % de los estudiantes manifiestan que modelar procesos de control automático pertenece al perfil del ingeniero en automática. El 46.67 % de los estudiantes le atribuyen a la modelación de procesos dinámicos de control automático importancia en la formación profesional.

Recomiendan que las conferencias sean más argumentativas porque pasan trabajo para estudiar por los libros. Desean el análisis teórico de los procesos dinámicos, sin la utilización de la modelación matemática en particular la transformada y anti transformada de Laplace. El 38 % de los estudiantes adoptan una manifestación inconforme con la exigencia en la evaluación del aprendizaje, al ser evaluados de mal por errores conceptuales.

Se presenta a continuación los resultados de análisis de la práctica laboral integral para los estudiantes de cuarto año en los cursos 2014-2015 y 2015-2016.

El componente laboral investigativo se materializa a través de la asignatura integradora del cuarto año a través de la asignatura Ingeniería De Proceso (IP). Es una asignatura con objetivos específicos que imbrica conocer el estado de la instrumentación y el control de los parámetros de procesos. El informe de la práctica laboral arrojó los siguientes resultados.

El 68,89 % de los estudiantes poseen un nivel de satisfacción que se manifiesta por el dominio de conocimientos de la carrera. El 11.11 % de los estudiantes poseen un nivel de satisfacción que manifiesta por el dominio y aplicación de los conocimientos de la modelación de procesos dinámicos de control automático. El 37.78 % utilizan la instrumentación y /o el control en la PIL. El 13.33 % de los estudiantes utilizan la modelación de procesos dinámicos de control automático proporcionado por la organización donde realiza la práctica laboral. Se manifiesta el dominio de la selección de los métodos o formas de control para

el contexto particular de la industria química en el 15.56 % de los estudiantes.

Se manifiesta el dominio de las acciones y operaciones para determinar las variables y parámetros de la modelación de procesos dinámicos de control automático 17.78 % de los estudiantes. Se manifiesta en la aplicación de los modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química 13.33 % de los estudiantes. Se manifiesta el dominio de la elaboración de la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático de la industria química 15.56 % de los estudiantes.

Los resultados que avalan la presencia en el currículo de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático se presentan a continuación.

El Documento central del plan de estudio D para la Carrera ingeniería química, curso regular diurno o presencial (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2010a) se declara las principales disciplinas y su papel en el plan de estudios. Se especifica entre los objetivos generales instructivos, utilizar a un nivel productivo los fundamentos de la teoría del control en el análisis de los lazos de regulación y en la determinación de las variables que puedan tener mayor influencia en el mismo. Los objetivos para el cuarto año y por niveles de la carrera. En el sistema de habilidades no se declara con precisión la habilidad modelar procesos dinámicos de control a formar y no se argumenta en las orientaciones metodológicas como tratar la habilidad.

De manera análoga al análisis anterior se presenta el resultado del Plan de estudio E de la carrera de ingeniería química (Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2017). En el Modelo del profesional, plantea en el contenido de la disciplina Fundamentos De Automatización como conocimientos esenciales a adquirir en la asignatura Control Para Proceso el análisis dinámico de sistemas. Ratificando en las principales habilidades a dominar: Analizar el comportamiento dinámico de sistemas de automatización sencillos. La habilidad modelar proceso dinámico de control automático se encuentra declarada explícitamente el plan de estudio E. No se argumentan en las orientaciones metodológicas como tratar la habilidad.

Otro resultado de interés para la investigación es el análisis de las pruebas parciales de la asignatura Control Para Proceso en la carrera de Ingeniería Química en los cursos 2014-2015 y 2015-2016, los cuales son mostrados a continuación.

En el estudio realizado se demuestra que los estudiantes aplican las leyes que describen los fenómenos propios

de la profesión, que se utilizan para modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química 39,58 %. El 27.08 % de los estudiantes interpretan los procesos de la realidad en consonancia con la teoría del proceso de control para el modelado de los procesos dinámicos de control de la industria química. Son capaces de describir el modelo matemático que les permite modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química el 22,95 %.

Describen la representación del sistema de signos mediadores para la construcción del modelo de la industria química el 33,33 % de los estudiantes. Seleccionan el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química 35,42 % de los estudiantes. Son capaces de determinar las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control automático de la industria química el 27,08 % de los estudiantes. Aplican los modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química el 31,25 % de los estudiantes. El 33,33 % de los estudiantes elaboran la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático de la industria química. Son capaces de evaluar la viabilidad de las representaciones logradas de los procesos dinámicos de control de la industria química 27,08 % de los estudiantes.

Aporta un singular resultado, el análisis de las notas finales de la asignatura Control Para Proceso, alcanzada por los estudiantes para la asignatura sin haber efectuado las convocatorias extraordinaria y extraordinaria de fin en los cursos 2014-2015 y 2015-2016 los resultados se revelan a continuación.

El porcentaje de desaprobado en la asignatura sin haber efectuado las convocatorias extraordinaria y extraordinaria de fin de curso fue para el curso 2014-2015 (15.63 %) y para el curso 2015-2016 (38.46 %). Al realizar un estudio de las principales causas de este resultado, se pudo precisar que la mayor dificultad que afrontan los estudiantes se encuentra en la modelación de los procesos dinámicos de control automático.

Contribuye a la investigación, realizar el análisis documental a los trabajos de diploma a los graduados en los cursos 2016-2017 y 2017-2018.

Al analizar los informes del trabajo de diploma de los estudiantes arrojan los siguientes resultados.

El 71.11 % de los estudiantes poseen un nivel de satisfacción que se manifiesta por el dominio de conocimientos de la carrera. El 35.56 % de los estudiantes poseen un nivel de satisfacción que manifiesta por el dominio y

aplicación de los conocimientos de la modelación de procesos dinámicos de control automático. El 37.78 % utilizan la instrumentación y /o el control en la PIL.

El 15.56 % de los estudiantes utilizan la modelación de procesos dinámicos de control automático proporcionado por la organización donde realiza la práctica laboral. Se manifiesta el dominio de la selección de los métodos o formas de control para el contexto particular de la industria química en el 17.78 % de los estudiantes. Se manifiesta el dominio de las acciones y operaciones para determinar las variables y parámetros de la modelación de procesos dinámicos de control automático 11.11 % de los estudiantes. Se manifiesta en la aplicación de los modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química 15.56 % de los estudiantes. Se manifiesta el dominio de la elaboración de la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático de la industria química 17.78 % de los estudiantes.

Es importante conocer los resultados obtenidos en la encuesta dirigida a los profesores.

La encuesta aplicada a los profesores que trabajan con los estudiantes de cuarto y quinto arroja que la modelación de procesos dinámicos de control automático se aplica escasamente en otras asignaturas. Por lo que los profesores no tienen referencia para evaluar las dimensiones de la variable de estudio.

Si lugar a dudas es productivo obtener un análisis de la valoración de la organización, lo que permite evaluar la calidad de la educación y para el contexto de la investigación conocer su valoración referente a la formación de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático a los ingenieros químicos egresados de la Universidad de Matanzas en su primer año laboral. Se presenta a continuación los resultados de la encuesta realizada a la organización en los cursos 2016-2017 y 2017-2018.

El 33.86 % de las organizaciones valoran que sus egresados aplican las leyes que describen los fenómenos propios de la profesión, que se utilizan para modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 36.43 % de las organizaciones afirman que sus egresados interpretan los procesos de la realidad en consonancia con la teoría del proceso de control para el modelado de los procesos dinámicos de control de la industria química.

El 34.86 % de las organizaciones valoran que sus egresados describen modelos matemáticos que les permitan modelar procesos dinámicos de control automático de la

industria química. El 34 % de las organizaciones certifican que sus egresados describen la representación del sistema de signos mediadores para la construcción del modelo de la industria química. El 37.14 % de las organizaciones valoran que sus egresados seleccionan el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química. El 35.71 % de las organizaciones valoran que sus egresados determinan las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control automático de la industria química.

El 34.29 % de las organizaciones estiman que sus egresados aplican modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 33.29 % de las organizaciones valoran que sus egresados elaboran la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 33.57 % de las organizaciones consideran que sus egresados evalúan la viabilidad de las representaciones logradas de los procesos dinámicos de control de la industria química.

Un resultado muy beneficioso para la investigación concierne al análisis de las entrevistas realizadas a los estudiantes de cuarto año de los cursos 2014-2015 y 2015-2016 y su resultado se exponen a continuación.

El 24.45 % de los estudiantes avalan que los conocimientos que poseen sobre la modelación de procesos dinámicos de control automático pueden tomar decisiones. El 17.78 % consideran de los estudiantes consideran importante la modelación de procesos dinámicos de control automático. El 64.44 % de los estudiantes reconocen desconocer las leyes que describen los fenómenos propios de la profesión, que se utilizan para modelar procesos dinámicos de control automático.

El 33.33 % de los estudiantes confirman interpretar los procesos de la realidad en consonancia con la teoría del proceso de control para el modelado de los procesos dinámicos de control de la industria química. El 31.11 % de los estudiantes afirman poder describir modelos matemáticos que les permitan modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 33.33 % de los estudiantes alegan que logran describir la representación del sistema de signos mediadores para la construcción del modelo de la industria química.

El 62.22 % de los estudiantes afirman tener dificultad para seleccionar el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química. El 73.33 % de los estudiantes alegan tener dificultad para determinar las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control

automático de la industria química. El 68.89 % de los estudiantes alegan tener dificultad para aplicar los modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química.

El 75.56 % de los estudiantes confirman tener dificultad para elaborar la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático. El 66.67 % de los estudiantes confirman tener dificultad para evaluar la viabilidad de las representaciones logradas de los procesos dinámicos de control de la industria química. El 15.56 % consideran que poseen vivencias afectivas positivas relacionadas con el proceso dinámico de control automático durante el aprendizaje de sus conocimientos y acciones, el 22.22 % considera que poseen proyecciones futuras relacionadas con el proceso dinámico de control automático, el 15.56 % considera que se estructuran proyectos de vida relacionados con el proceso dinámico de control automático en el futuro.

El 31.11 % considera que identifican los obstáculos para el desarrollo de los elementos de su personalidad, el 20 % considera que trazan estrategias de aprendizaje necesarias para aprender las formas de trabajo y pensamiento del proceso dinámico de control automático, el 28.89 % considera que regulan su actuación sobre la base de sus aspiraciones como futuro profesional químico en lo relacionado con los procesos dinámicos de control automático. Aporta a la investigación el análisis de las entrevistas realizadas a los egresados, en el periodo 2016-2017 y 2017-2018. Sus resultados se revelan a continuación.

El 27.78 % de los egresados avalan que los conocimientos que poseen sobre la modelación de procesos dinámicos de control automático pueden tomar decisiones. El 16.67 % de los egresados consideran importante la modelación de procesos dinámicos de control automático. El 66.67 % de los egresados reconocen desconocer las leyes que describen los fenómenos propios de la profesión, que se utilizan para modelar procesos dinámicos de control automático. El 38.89 % de los egresados confirman interpretar los procesos de la realidad en consonancia con la teoría del proceso de control para el modelado de los procesos dinámicos de control de la industria química.

El 33.33 % de los estudiantes afirman poder describir modelos matemáticos que les permitan modelar procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 22.22 % de los egresados alegan que logran describir la representación del sistema de signos mediadores para la construcción del modelo de la industria química. El 72.22 % de los estudiantes afirman tener dificultad para seleccionar el método o la forma de control para el contexto particular de la industria química.

El 61.11 % de los egresados alegan tener dificultad para determinar las variables y parámetros que describen acertadamente el funcionamiento del proceso dinámico de control automático de la industria química. El 72.22 % de los egresados alegan tener dificultad para aplicar los modelos matemáticos que les permiten modelar los procesos dinámicos de control automático de la industria química. El 66.67 % de los egresados confirman tener dificultad para elaborar la representación del modelo de procesos dinámicos de control automático.

El 83.33 % de los egresados confirman tener dificultad para evaluar la viabilidad de las representaciones logradas de los procesos dinámicos de control de la industria química. El 38.89 % de los egresados consideran que poseen vivencias afectivas positivas relacionadas con el proceso dinámico de control automático durante el aprendizaje de sus conocimientos y acciones, el 27.78 % considera que poseen proyecciones futuras relacionadas con el proceso dinámico de control automático, el 33.33 % considera que se estructuran proyectos de vida relacionados con el proceso dinámico de control automático en el futuro, el 27.78 % considera que identifican los obstáculos para el desarrollo de los elementos de su personalidad, el 27.78 % de los egresados consideran que trazan estrategias de aprendizaje necesarias para aprender las formas de trabajo y pensamiento del proceso dinámico de control automático, el 33.33 % considera que regulan su actuación sobre la base de sus aspiraciones como profesional químico en lo relacionado con los procesos dinámicos de control automático.

Las encuestas realizadas en la recolección de datos confirman la necesidad de la presencia de la modelación de procesos dinámicos de control automático en el currículo del Ingeniero Químico. Información contrastada con las encuestas a la organización, los egresados, los profesores, los estudiantes y al análisis documental del plan de estudio.

Los estudiantes reconocen la importancia de la modelación de los procesos dinámicos de control automático, sin embargo, no poseen una motivación para el estudio de la temática. Repercute en la esfera inductiva conduciéndolos a una deficiente preparación. Admiten la modelación de procesos dinámicos de control de procesos como un complemento a su perfil profesional rechazando el modelado matemático, su interpretación y representación. Lo que se ratifica en las notas alcanzadas en su evaluación son producto de un conocimiento reproductivo que no les permite extrapolar la habilidad a otros contextos.

Los informes de los trabajos de diploma y de la práctica integral laboral no muestran la incorporación de la

modelación de procesos dinámicos de control automático o de soluciones en la que se incorporen la instrumentación y el control automático.

En los planes de estudios no se argumentan en los objetivos instructivos, en el sistema de habilidades y en las orientaciones metodológicas de manera clara de cómo tratar la habilidad, por lo que existe una carencia teoría que no permite sistematizarla.

En el análisis de documentos al revisar las pruebas parciales se detecta que los estudiantes no dominan los conocimientos necesarios para la modelación de los procesos dinámicos de control automático. Aporta, además que los estudiantes no dominan el sistema de acciones, operaciones, la interpretación y representación del sistema de signos que le permitan apropiarse del contenido de enseñanza. Esta situación lo reafirma la encuesta a los egresados y las organizaciones.

Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados a la muestra uno por indicadores.

1. Dimensión Cognoscitiva

La dimensión cognoscitiva se evalúa de mal. Los instrumentos aplicados confirman la falta de dominio de los conocimientos que debe apropiarse el estudiante para lograr modelar los procesos dinámicos de control automático (Figura 1).

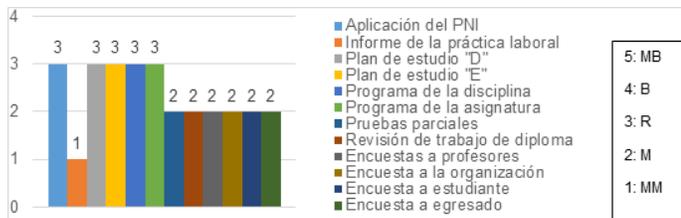


Figura 1. Evaluación por instrumentos de la dimensión cognoscitiva.

2. Dimensión ejecutora

La dimensión ejecutora se evalúa de mal. Los instrumentos aplicados confirman la falta de dominio de las acciones y operaciones que debe ejecutar el estudiante para elaborar y resolver el modelado de los procesos dinámicos de control automático (figura 2).

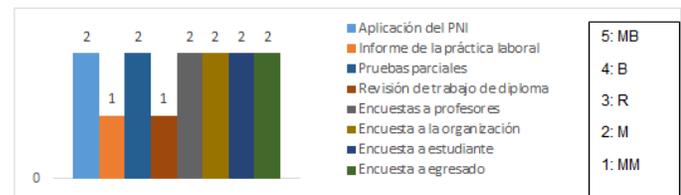


Figura 2. Evaluación por instrumentos de la dimensión ejecutora.

3. Dimensión motivación

La dimensión motivación se evalúa de mal. Los instrumentos aplicados confirman la falta de motivación del estudiante para obtener un resultado lógico basado en el modelado de los procesos dinámicos de control automático (figura 3).

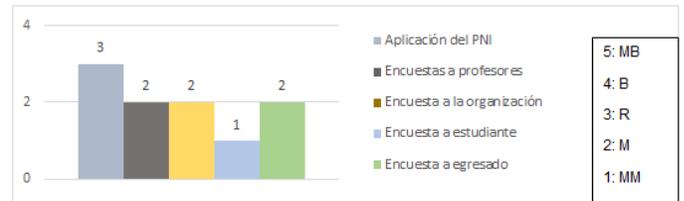


Figura 3. Evaluación por instrumentos de la dimensión motivacional.

Realizado el análisis de los resultados de los instrumentos aplicados por indicadores para cada dimensión se valora de mal el estado actual de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático en la carrera de Ingeniería química en la Universidad de Matanzas.

CONCLUSIONES

Se aplican los métodos científicos para lograr obtener el diagnóstico inicial de la variable de estudio modelar procesos dinámicos de control automático.

Del análisis documental se obtiene la operacionalización de la variable de estudio, sus dimensiones, indicadores e instrumentos.

Se logran detectar las deficiencias para diseñar la estrategia que permita perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se realiza el diagnóstico de la habilidad modelar procesos dinámicos de control automático. Se analizan los resultados de los instrumentos aplicados a la muestra por indicadores. Se evalúan de mal la dimensión cognoscitiva, la dimensión ejecutora y la dimensión motivacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bacallao, J., Alerm, A., & Artiles, L. (2002). La investigación cualitativa. In Texto complementario de metodología de la investigación educacional. Escuela Nacional de Salud Pública.

Camargo Uribe, L. (2018). Oportunidades para aprender matemáticas a partir de la mediación instrumental y semiótica. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 3(1), 3-9.

- Castro Ramos, Y. (2017). *Concepciones teóricas del desarrollo de las habilidades prácticas en la formación inicial del profesor de biología*. (Ponencia). Evento Internacional Pedagogía 2017. La Habana, Cuba.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2010a). *Documento central del plan de estudio "D" carrera ingeniería química, curso regular diurno o presencial*. Universidad de Oriente.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2010b). *Programa de la disciplina: fundamentos de automatización. Plan D. Curso presencial. Ingeniería Química*. Universidad de Oriente.
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2017). *Documento Base para el diseño de los planes de estudio "E"*. MES.
- Del Valle Gutiérrez Hinestroza, M., & Iturralde Kure, S. A. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- León Morejón, Y. (2016). *Estrategia didáctica para el desarrollo de la habilidad profesional gestionar tiempo, en los estudiantes de primer año del Instituto Politécnico de Informática "Tania la Guerrillera"*. (Tesis de Maestría). Universidad de Pinar Del Rio "Hermanos Saíz Montes De Oca".
- Molina Hernández, C. R., González Hernández, W., & Cruz-Lemus, G. (2018). Una aproximación a la enseñanza de la automatización desde el enfoque de CTS. *Universidad y Sociedad, 10 (4)*, 228-233.
- Molina Hernández, C. R., González Hernández, W., & Cruz Lemus, G. (2019). La habilidad modelar procesos dinámicos de control automático en los estudiantes de ingeniería química. (Manuscrito sin publicar).
- Orozco Pérez, J. L., Atiénzar Rodríguez, O., & Cuenca Díaz, M. (2013). Estrategia metodológica para la dirección del proceso educativo para el desarrollo de la habilidad intelectual modelación. *Humanidades Médicas, 13(1)*, 139-156.
- Pinzón Ardila, O. (2010). Estado actual y futuro de la ingeniería de control. *Puente, 4 (2)*, 7-15.
- Rico, L. (2019). Significar y comprender los sistemas numéricos. *Números, 100*, 153-158.
- Segura Montero, J. (2015). *Desarrollo de la habilidad modelar multimedia durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la informática en el Joven Club de Computación y Electrónica*. (Tesis doctoral). Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- Vivanco Vargas, G., & Sarango Alcívar, J. (2019). Las habilidades pedagógicas profesionales en los estudiantes de la educación superior. *Revista Conrado, 15 (67)*, 3-10.