

## ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DESARROLLADOR EN LA ASIGNATURA MATEMÁTICA III

### DIDACTIC STRATEGY TO PROMOTE DEVELOPER LEARNING IN THE MATHEMATICS III SUBJECT

Eloy Arteaga Valdez<sup>1</sup>

E-mail: [eloyarte60@gmail.com](mailto:eloyarte60@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9902-2135>

Yoandy Rodríguez Tamayo<sup>1</sup>

E-mail: [yoandyrt1983@gmail.com](mailto:yoandyrt1983@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3809-0334>

Jorge Luis del Sol Martínez<sup>1</sup>

E-mail: [jldelsolmartinez@gmail.com](mailto:jldelsolmartinez@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2371-0692>

<sup>1</sup>Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cienfuegos. Cuba.

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

Arteaga Valdez, E., Rodríguez Tamayo, Y., & del Sol Martínez, J. L. (2023). Estrategia didáctica para promover el aprendizaje desarrollador en la asignatura Matemática III. *Revista Conrado*, 19(95), 397-406.

#### RESUMEN

La matemática juega un rol fundamental en la carrera de Ingeniería Química, no solo por su contribución al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes, sino también por la utilidad de sus métodos en el análisis cualitativo de los fenómenos químicos, lo que justifica su inclusión en el plan de estudio de dicha carrera. Al realizar un diagnóstico inicial de los estudiantes en la carrera, en la Universidad de Cienfuegos se detectaron una serie de insuficiencias, tanto en el dominio de los conocimientos matemáticos precedentes como en el desarrollo de la capacidad de razonamiento matemático de estos. Por tal motivo, los autores, elaboraron una estrategia didáctica, basada en los fundamentos teóricos del aprendizaje desarrollador, para su implementación en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la asignatura Matemática III, la que se validó mediante la aplicación de un cuasi – experimento. Los resultados obtenidos permitieron corroborar su efectividad en la mejora de la calidad del proceso de enseñanza – aprendizaje en esta asignatura.

#### Palabras clave:

Aprendizaje desarrollador, matemática, didáctica

#### ABSTRACT

Mathematics plays a fundamental role in the Chemical Engineering degree, not only for its contribution to the development of students' logical thinking, but also for the usefulness of its methods in the qualitative analysis of chemical phenomena, which justifies its inclusion in the study plan for said career. When carrying out an initial diagnosis of the students in the degree program at the University of Cienfuegos, a series of insufficiencies were detected, both in the mastery of previous mathematical knowledge and in the development of their mathematical reasoning capacity. For this reason, the authors developed a didactic strategy, based on the theoretical foundations of developer learning, for its implementation in the teaching-learning process in the Mathematics III subject, which was validated through the application of a quasi-experiment. The results obtained allowed us to corroborate its effectiveness in improving the quality of the teaching-learning process in this subject.

#### Keywords:

Developer learning, mathematics, didactics.

## INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas se han caracterizado por profundas transformaciones sociales, económicas, tecnológicas y científicas. La presentación de la Agenda 2030 por la Organización de Naciones Unidas (ONU-CEPAL, 2018), marca pautas fundamentales para el desarrollo sostenible. Entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), el número 4 se refiere a una educación de calidad. Esta situación eleva la responsabilidad de la Educación Superior como generadora y difusora de conocimientos y, por tanto, incrementa su responsabilidad en el proceso de formación de profesionales y del progreso científico técnico, en general, de la sociedad. La sociedad de hoy requiere de una universidad nueva que permita la formación de un profesional con una alta capacidad y con vastos conocimientos que lo ubiquen ventajosamente ante ella, revirtiéndose en los modos de actuación más generales de su profesión.

En Cuba el contenido de enseñanza y aprendizaje está dividido en disciplinas en todos los niveles educacionales, para cada una de éstas existen sistemas didácticos específicos. Precisamente, la Matemática Superior es una de las disciplinas en las carreras ingenieriles en la Educación Superior. Específicamente la carrera de Ingeniería Química en Cuba, establece la formación de ingenieros identificados con el proyecto social cubano, garantiza la superación continua de profesionales de esta rama, desarrolla investigaciones y presta servicios científico-técnicos con la calidad de primer nivel en la Educación Superior, contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico, así como a la transformación y perfeccionamiento de la sociedad (Cuba. Ministerio de educación Superior, 2017).

A partir de un diagnóstico al proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III de los estudiantes de la carrera Ingeniería Química de la Universidad de Cienfuegos se determinaron las problemáticas siguientes: predominio del aprendizaje repetitivo, pasivo, poca independencia y protagonismo en la discusión de métodos y vías de solución lo que limita resolver problemas vinculados al modelo del profesional; las orientaciones metodológicas de la asignatura Matemática III carecen de precisiones didácticas que favorezcan un aprendizaje desarrollador en los estudiantes; además del limitado empleo de las tecnologías para favorecer el aprendizaje de los estudiantes.

Puede afirmarse entonces, que las formas de conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos contenidos en la formación inicial del Ingeniero Químico, no siempre ha favorecido el mejoramiento en el desempeño

profesional. Ante el planteamiento de una problemática relacionada con el perfil ocupacional del Ingeniero Químico en formación se constató que los estudiantes no son capaces de realizar una elección adecuada de los elementos del conocimiento que tienen relación directa o indirecta con la problemática propuesta, no reconocen que el problema puede ser reducido o transformado a otro más simple que han resuelto y del que conocen un procedimiento de solución con anterioridad, determinan de forma parcializada algunas de las acciones y las operaciones necesarias para el diseño de solución al problema.

Ante tal situación, el investigador elabora una estrategia didáctica como alternativa para el aprendizaje desarrollador de la Matemática III en los estudiantes de la carrera Ingeniería Química. El presente artículo expone el diseño de la estrategia para el aprendizaje desarrollador de la Matemática III en los estudiantes de la carrera Ingeniería Química y los principales resultados de su aplicación.

## MATERIALES Y METODOS

El aprendizaje desarrollador estimula a que los estudiantes comprendan la importancia de aprender

y adquirir conocimiento, de esta manera se espera que mejoren sus actitudes, habilidades de autorregulación y motivación por aprender. El objetivo de esta forma de aprendizaje es construir una educación sólida, que no solo se enfoque en consumir y acumular información, sino en buscarla, transformarla y utilizarla de manera efectiva. (Santiago, 2023).)

La enseñanza actual presupone al estudiante como buscador activo de su conocimiento, capaz de desarrollar su independencia cognoscitiva, movilizar los procesos racionales del pensamiento y aplicar sus conocimientos en todo proceso educativo.

El aprendizaje desarrollador representa una herramienta indispensable para el trabajo diario de los profesores, y, por tanto, un fundamento teórico-metodológico y práctico para planificar, organizar, dirigir, desarrollar y evaluar su práctica profesional.

En el aprendizaje desarrollador deben existir nuevos retos o desafíos de innovación la cual se traduce en la inventiva y creatividad humana, a través de la introducción planificada de elementos nuevos, aplicadas al proceso productivo, de servicio en el campo laboral y educativo, asumiendo un paradigma de pensamiento estratégico y prospectivo que permite introducir la tecnología o en el proceso educativo como un factor generador, capaz de cambiar deliberada y sistemáticamente la competitividad individual y organizacional mediante la incorporación en

el sistema educativo de nuevos estilos y formas de aprendizaje que tengan cierta permanencia con flexibilidad en el pensamiento desarrollador, generador de acción y fortalecedor de la excelencia comunitaria. (Coromoto & Barrientos, 2011)

Según (Castellanos et al., 2002, p.33 como se citó en Reyes et al., 2010):

Un aprendizaje desarrollador es aquel que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su autoperfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de socialización, compromisos y responsabilidad social.

Los tres criterios básicos, para catalogar un aprendizaje como desarrollador son:

- Promover el desarrollo integral de la personalidad del educando, es decir, activar la apropiación de conocimientos, destrezas y capacidades intelectuales en estrecha armonía con la formación de sentimientos, motivaciones, cualidades, valores, convicciones e ideales. En otras palabras, un aprendizaje desarrollador tendría que garantizar la unidad y equilibrio de lo cognitivo y lo afectivo-valorativo en el desarrollo y crecimiento personal de los aprendices.
- Potenciar el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación, así como el desarrollo en el sujeto de la capacidad de conocer, controlar y transformar creadoramente su propia persona y su medio.
- Desarrollar la capacidad para realizar aprendizajes a lo largo de la vida, a partir del dominio de las habilidades, estrategias y motivaciones para aprender a aprender, y de la necesidad de una autoeducación constante. (Reyes et al., 2010, p. 2)

Las exigencias para una enseñanza desarrolladora que no se deben obviar y que los autores del artículo también asumen son:

- El diagnóstico pedagógico integral, haciendo énfasis en la recuperación del conocimiento
- antecedente para fusionarlos lógicamente con el nuevo contenido.
- Determinación de conceptos y habilidades y las vías de cómo autorregular en propio aprendizaje.
- Orientar y motivar correctamente el objetivo.
- Estimular la formación de conceptos y el desarrollo de habilidades y los procesos lógicos del

- pensamiento como el análisis, la síntesis, comparación, generalización y concreción entre otros.
- Estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la búsqueda activa del conocimiento.
- Revelar el conocimiento estableciendo lo general, lo particular y lo singular estableciendo sus relaciones y las vías para adquirirlos.
- Concebir un sistema de tareas para la exploración y estimulación del conocimiento. (Reyes et al., 2010, p. 3)

Para (Ginoris, 2009; Zilberstein & Olmedo, 2014, como se citó en González, 2018), se refieren también a los cambios de roles de los protagonistas en el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador, donde la actividad de enseñar que lleva a cabo el maestro debe estar caracterizada por:

- La creación de un ambiente afectivo en la clase donde se estimule y refuerce la participación permanente de los estudiantes en su aprendizaje.
- La estimulación del comportamiento grupal de los estudiantes.
- La orientación y vinculación de los objetivos formativos e instructivos.
- La atención a las diferencias individuales sin dejar de considerar las cualidades grupales.
- Las relaciones e integración de las diferentes asignaturas y entre estas y la realidad, entre otras.

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje deben desarrollar en los estudiantes, los hábitos de auto preparación, ayudar a desplegar y motivar su actividad creadora para desarrollar su capacidad en la resolución de problemas prácticos. Es aquí donde el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador se presenta como la vía esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de relación emocional, comportamiento, valores, legados por la humanidad que se manifiestan en el contenido de enseñanza en estrecho vínculo con las actividades curriculares y extracurriculares que realizan los estudiantes (Fonseca & Díaz, 2020, como se citó en Santiago, 2023).

Para lograr el aprendizaje desarrollador de la Matemática deben preverse estratégicamente las acciones de cada uno de los sujetos implicados en él. Ello demanda abordar la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador de la Matemática desde fundamentos generales. Naveira (2022, p. 30)

La estrategia didáctica posee los siguientes sustentos teóricos: lógicos, pedagógicos, didácticos y psicológicos; los cuales se sintetizan a continuación. Los fundamentos filosóficos parten de la filosofía marxista

– leninista y tienen su base en la Lógica, donde se toma en consideración la comprensión de Gil & Alfonso (2021) de entender la Lógica en su integración. De este modo, los autores afirman que, todo aquello que sea resultado de la actividad pensante del hombre es portador de fundamentos lógicos, estableciendo la relación directa entre el pensamiento y los sustentos de la lógica como ciencia.

Desde este referente y en correspondencia con los objetivos de la investigación, se adscribe al entendimiento desde esta perspectiva del aprendizaje desarrollador de la matemática. Se asumen dos presupuestos lógicos fundamentales: la especificidad del conocimiento objeto de estudio (Contenido) y las exigencias lógicas. (Leyes y principios). Los fundamentos psicológicos que se asumen provienen del Enfoque Histórico – Cultural, especialmente aquellos principios y categorías que se vinculan a las particularidades del aprendizaje. En este sentido se resalta el carácter activo del sujeto y la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). También se comparten los análisis de Vygotski en torno a la relación entre Pensamiento y Lenguaje y sobre la formación de conceptos.

Los fundamentos pedagógicos se sustentan en la tendencia pedagógica Enseñanza Desarrolladora y su concepción del proceso educativo donde se otorga un rol activo a los actores del proceso. Además, toma en consideración principios pedagógicos como la vinculación del estudio con el trabajo y el principio de la unidad de la instrucción y la educación (González & Gaita, 2020).

Los fundamentos didácticos que sustentan la estrategia, se ubican en una concepción desarrolladora, reconociéndose el carácter activo de los actores del proceso de enseñanza – aprendizaje; así como su determinación histórico – social. Presenta una novedosa visión de la interrelación existente entre los componentes del proceso: objetivos, contenidos, métodos, medios, formas de organización y evaluación, donde el estudiante adopta un rol protagónico en el proceso y se aborda desde las potencialidades de los actores del mismo. En correspondencia se asumen un conjunto de principios: principio del carácter científico, principio del proceso enseñanza-aprendizaje desarrollador y principio del carácter colectivo de la enseñanza (García, 2010; Naviera, 2022).

La implementación de la estrategia está soportada en la utilización de las TIC, por lo que se hace necesario estudiar la relación del hombre con los objetos. Esta, según el desarrollo de la cultura, está influida por la mediación instrumental (signos y herramientas) y la mediación social (la relación con los otros). Los signos son aquellos estímulos que tienen una función dada en la comunicación y que pueden materializarse mediante señales o símbolos.

El papel de estos mediadores es “gobernar los procesos de actuación humana. Con el auxilio de estos signos el hombre dirige y ejecuta las operaciones lógicas para solucionar tareas” (Delgado, 2004, p. 12).

Componentes y estructura de la estrategia didáctica para el aprendizaje desarrollador de la Matemática III en los estudiantes de la carrera Ingeniería Química.

#### Objetivos a alcanzar

La estrategia tiene objetivo general: Contribuir a un proceso de enseñanza – aprendizaje desarrollador de la Matemática III en la carrera Ingeniería Química con, mediante su reordenamiento didáctico y metodológico según la quinta generación de planes de estudio por la que transita dicha carrera en la actualidad (Plan E), y la implementación de procedimientos docentes que estimulen el desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico.

Para dar cumplimiento al objetivo general, se plantean como objetivos específicos:

1. Organizar didácticamente la asignatura Matemática III para establecer vínculos coherentes y sistémicos entre sus componentes didácticos, en función de la orientación del proceso de enseñanza – aprendizaje al logro del aprendizaje desarrollador de sus contenidos por los estudiantes.
2. Implementar procedimientos dirigidos a la estimulación del desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico de los estudiantes y de los procesos que intervienen en el aprendizaje desarrollador de la Matemática III, en función de la formación integral para toda la vida de los egresados en la carrera Ingeniería Química.

#### Principios didácticos que la sustentan

Basado en González & Duvergel (2020). La estrategia didáctica se sustenta en los postulados generales de un proceso de enseñanza – aprendizaje que instruya, eduje y desarrolle, por lo que se definen como principios didácticos los siguientes:

1. Carácter desarrollador de la enseñanza de la matemática.

Se pone de manifiesto cuando el estudiante juega un papel activo en la actividad, existe una motivación intrínseca por el aprendizaje, el reconocimiento de sus carencias y fortalezas para lograr el objetivo propuesto, la formulación de metas propias de aprendizaje, la identificación de las necesidades para alcanzar las metas, la elección e implementación de las estrategias de aprendizaje adecuadas, y la realización de un proceso de autoevaluación de los resultados de este (Mateus, 2019).

2. Integración con enfoque de sistema de los componentes didácticos de la asignatura.

Se logra cuando el estudiante se involucra en la búsqueda del conocimiento matemático desde posiciones activas. Se transita desde un proceso de enseñanza aprendizaje centrado en el profesor, a un proceso de enseñanza – aprendizaje en el que el estudiante tenga un papel protagónico, lo que implica que deje la posición pasiva dentro de la clase de Matemática III y cambie a una posición activa en cada una de las etapas de su actividad cognoscitiva, valorativa y práctica, desde la orientación hasta el control, determinando por sí mismo bajo la dirección del profesor, las estrategias de aprendizaje a utilizar para la aprehensión de los conceptos, propiedades y procedimientos matemáticos.

3. Atención a las diferencias individuales en el desarrollo de los estudiantes, en el tránsito del nivel logrado hacia el que se aspira. Este principio se ve favorecido en la estrategia didáctica en cuanto a los resultados del diagnóstico inicial, que arrojará las fortalezas, debilidades, las potencialidades y dificultades presentes en el estudiante, para lo cual el profesor debe tomar en cuenta la ayuda para buscar las respuestas adecuadas que promuevan su desarrollo.

4. Vínculo del contenido del aprendizaje con la práctica social.

El mismo se refleja en la estrategia con la intención de establecer relaciones dialécticas entre el conocimiento sensorial y el conocimiento racional, lo que permite el ascenso a una práctica integradora que propicia la científicidad en el trabajo que se realiza. Este principio aboga por lograr que el estudiante aprenda desde la práctica y para la práctica, contextualizando socialmente el contenido matemático y evitando todo tipo de pronunciación exclusivamente teórica en las clases de matemática.

La estrategia didáctica diseñada, se caracteriza por ser:

- Flexible: Puede ser aplicada a diferentes asignaturas de la disciplina Matemática Superior, siempre que se respeten las invariantes elaboradas por el autor para profesores universitarios, ajustándose a las particularidades de los diferentes profesionales en formación.
- Contextual: Está enmarcada y fue elaborada en un contexto histórico – social concreto, por lo que responde a las características del contexto cubano en particular y a las características y exigencias propias de la universidad cubana.
- Desarrolladora: Está orientada a la estimulación del desarrollo potencial del estudiante. Mediante el proceso de enseñanza – aprendizaje, se contribuye al aprendizaje desarrollador de la matemática desde las

dimensiones activación – regulación, significatividad y motivación. La estrategia se apoya en la utilización de las TIC como medio que propicia el vínculo de los estudiantes con el modelo del profesional desde la enseñanza de la matemática.

**Etapas y acciones a desarrollar**

La estrategia consta de cuatro etapas: Diagnóstico, Planificación, Ejecución y Control, las que a su vez están integradas por acciones con el objetivo de conducir un proceso de enseñanza – aprendizaje desarrollador de la Matemática III.

Se emplean métodos predominantemente productivos como la búsqueda parcial o heurística, investigativo, creativo, discusión, situaciones, juego de roles o simulación; sin que se obvie la necesaria interacción de estos con los métodos reproductivos como el explicativo – ilustrativo, dando un enfoque sistémico a los mismos, de manera que se promueva la participación activa, reflexiva y consciente de los estudiantes, con lo que se garantiza no solo la aprehensión del contenido, sino su problematización, valoración y aplicación.

Todo ello dirigido a garantizar la individualidad desde el trabajo grupal, la comunicación y el trabajo cooperado, a fin de estimular las motivaciones intrínsecas. Deben permitir el perfeccionamiento de los modos de actuar en los estudiantes al influir en el desarrollo de habilidades relacionadas con la orientación, la planificación, el control y la evaluación de esta actividad, aspectos que potencian además la autorregulación.

Los medios de enseñanza como soporte material del método están encaminados no solo a desarrollar el elemento cognitivo sino el volitivo, afectivo y conductual de los estudiantes. El papel de los medios de enseñanza está (además de presentar al estudiante la realidad objetiva o sus representaciones materiales más concretas cuando no están al alcance del profesor) en proporcionar verdaderamente el puente o vínculo entre estas percepciones concretas y los procedimientos lógicos del pensamiento, estimulando estos últimos (García, 2019).

Se toman en consideración los sistemas implícitos en los contenidos: conocimientos, hábitos y habilidades, experiencias de la actividad creadora y normas de relación con el mundo; con el objetivo de que los profesores posean claridad de que el contenido permite instruir y al mismo tiempo educar al estudiante para contribuir a su formación integral, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Un componente esencial del proceso de enseñanza – aprendizaje, es la evaluación, ya que parte del

planteamiento de los objetivos y concluye con la determinación del grado de eficiencia del proceso, dado por la medida en que los profesores y estudiantes hayan logrado, con el resultado de su actividad, alcanzar los objetivos propuestos.

Para llevar a cabo el proceso evaluativo, se utilizan diferentes tipos de evaluación:

- Heteroevaluación: Consiste en que una persona evalúa lo que otra ha realizado.
- Co-evaluación: Es el tipo de evaluación que se concreta en la interacción y cooperación entre los sujetos que participan en el proceso, en llegar a un consenso entre el profesor y el estudiante.
- Autoevaluación: Se concreta a un nivel cualitativamente superior en el que cada sujeto se evalúa a sí mismo.
- Meta evaluación: Consiste en que alguien que no ha participado en la evaluación evalúe la misma.

La co – evaluación, autoevaluación, heteroevaluación y metaevaluación transitan desde lo simple hasta lo complejo, de lo particular a lo general, así como la intervención oportunamente para que el estudiante busque, activamente, cómo resolver lo planteado.

El proceso de enseñanza – aprendizaje se puede organizar de manera frontal, grupal, individual y colectiva. En ellas se garantiza el principio de uniformidad y activación individual que debe regir en este proceso para que se produzca una adecuada diferenciación dentro y fuera de la clase. Su adecuada estructuración garantiza el funcionamiento sistémico del proceso de enseñanza – aprendizaje haciéndolo a su vez desarrollador.

La orientación didáctica de la estrategia establece la necesidad de trabajar en dos direcciones principales: una dirigida al trabajo metodológico que deben desarrollar los profesores, responsabilizados con la impartición de la asignatura Matemática III; y la otra, enmarcada en las acciones que realizan los estudiantes para lograr el aprendizaje de las matemáticas, lo que da lugar a la integración propia que resulta inherente a la naturaleza didáctica del presente resultado científico.

La dirección del trabajo metodológico ha de sentar pautas sobre bases científicas que promuevan el empleo de los recursos didácticos desarrolladores. Ello significa establecer un compromiso que propicie, desde el proceso de enseñanza – aprendizaje, aprendizajes activos, reflexivos y conscientes por parte de los estudiantes, ofreciendo las ayudas pertinentes para garantizar la atención individual y colectiva de los mismos y el desarrollo de la planificación, ejecución y control del trabajo independiente que se realiza en las aulas y fuera de ellas.

En la dirección que aborda el aprendizaje de las matemáticas por los estudiantes, es necesario crear condiciones para que los mismos dispongan de suficiente libertad de participación en las clases, para formular preguntas, debatir y reflexionar ideas y puntos de vista, desarrollando estrategias de aprendizaje dirigidas fundamentalmente a la solución de problemas. Lo anterior implica situar la ejercitación en un lugar prioritario en las clases de Matemática III, lo que crea las condiciones para el desarrollo de habilidades y hábitos, propios del trabajo matemático y llevar a cabo la socialización de los conocimientos y experiencias adquiridas, sobre la base de intercambios entre los estudiantes y entre estos y sus profesores.

### **Etapa 1: Diagnóstico.**

Objetivo: Analizar el estado de los conocimientos – habilidades sobre conceptos, propiedades y procedimientos matemáticos de los estudiantes mediante un diagnóstico, además de las principales deficiencias que presenta el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III.

Acción (1.a): Estudiar y analizar los documentos rectores del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Matemática III de la carrera Ingeniería Química.

Se realiza un análisis de los documentos rectores del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Matemática III tales como: Programas Analíticos de la Disciplina Matemática Superior y de la asignatura Matemática III, así como el Modelo del Profesional que permitan caracterizar el sistema de contenidos, los objetivos y las habilidades de la asignatura que posibilitan el aprendizaje desarrollador en función de favorecer el desarrollo de los modos de actuación del Ingeniero Químico.

Acción (1.b): Identificar la situación en que se encuentra cada estudiante con relación a los contenidos básicos que debe dominar.

Se realiza un diagnóstico en el que se evalúan los contenidos precedentes: cálculo de límite y continuidad de funciones de una y varias variables, derivadas e integrales. Las preguntas poseen un balance adecuado de los niveles de desempeño cognoscitivo: reproductivas, de aplicación y preguntas que muestren el sentido de creatividad que pueden tener los estudiantes.

Los indicadores para evaluar los resultados del diagnóstico son los siguientes:

Realiza la búsqueda independiente de los conocimientos matemáticos y las vías a utilizar para lograrlos.

Resuelve tareas complejas con la utilización de procedimientos propios del pensamiento matemático, reflexiona acerca de la efectividad de las estrategias de aprendizaje

utilizadas, expresa sus conocimientos precedentes y los relaciona con los nuevos conocimientos, resuelve tareas para la solución de problemas relacionados con la vida en las que aplica los conocimientos matemáticos, demuestra satisfacción e interés por aprender los contenidos matemáticos, muestra seguridad para enfrentarse a conflictos cognitivos y tomar decisiones.

Para llevar a cabo el diagnóstico inicial, se emplean las siguientes vías y procedimientos:

- En la primera clase de la asignatura, mediante el diálogo e intercambio (previsto por el profesor) con los estudiantes. El profesor insertará al diálogo conceptos elementales de la matemática que se emplean en las materias de las asignaturas precedentes (Matemática I y II), tales como: límite, continuidad, derivada e integral. Este procedimiento permite adquirir una valoración preliminar del estado del conocimiento y las habilidades del pensamiento de los estudiantes.
- Para precisar esta información se aplicará una prueba pedagógica que permita medir los conocimientos de matemática iniciados en las asignaturas Matemática I y II, relacionados con: el cálculo de límites y continuidad de funciones de una y varias variables, principales propiedades de las derivadas y cálculo integral. Se realizarán preguntas a los estudiantes que permitan medir la aplicación de estos contenidos al modelo del profesional. Se sugiere la orientación de problemas donde exista la necesidad de aplicar dichos contenidos.

Acción (1.c): Identificar la preparación de los profesores para lograr un aprendizaje desarrollador en los estudiantes.

Se realiza observación a clases y se aplica una encuesta a los profesores para obtener las principales fortalezas y debilidades que poseen para lograr un aprendizaje desarrollador en los estudiantes.

Acción (1.d): Realizar reunión metodológica para abordar las principales fortalezas y debilidades detectadas en el diagnóstico referidas al aprendizaje desarrollador de la matemática.

Mediante esta acción se retroalimenta a los profesores sobre las principales fortalezas y debilidades detectadas en el diagnóstico inicial a los estudiantes, las encuestas a docentes y las observaciones a clases.

## Etapa 2: Planificación.

Objetivo: Planificar las actividades que se ejecutarán en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III para contribuir al aprendizaje desarrollador de sus contenidos.

Acción (2.1): Realizar actividades metodológicas para dirigir el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III.

Acción (2.1.a): Reunión metodológica en el colectivo de año para aprobar las actividades metodológicas a desarrollar.

Las actividades metodológicas estarán dirigidas a diseñar tareas interdisciplinarias que posibiliten el tránsito a niveles de independencia cognoscitiva en estos estudiantes, desde distintas perspectivas y el apoyo mancomunado de los profesores y evaluar el estado del aprendizaje de los estudiantes durante el transcurso de la asignatura.

Acción (2.1.b): Reunión metodológica del colectivo de disciplina Matemática Superior para aprobar el plan de trabajo metodológico del colectivo de asignatura Matemática III.

El plan elaborado estará dirigido a la impartición de conferencias científicas por especialistas, referidas al aprendizaje desarrollador de la matemática, sus rasgos, dimensiones e indicadores.

Acción (2.1.c): Desarrollar un sistema de clases metodológicas: instructivas, demostrativas y abiertas

Para orientar a los profesores y demostrar en la práctica los principales elementos definidos en la estrategia didáctica y los cambios que implica en el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Matemática III. Los criterios de los profesores permitirán enriquecer las acciones de la estrategia elaborada.

Acción 2.2: Actualizar anualmente la organización metodológica de la asignatura para potenciar el aprendizaje desarrollador.

Después de obtener los resultados del diagnóstico inicial de los estudiantes y conocer el estado de la preparación de los profesores mediante el desarrollo de observación a clases y encuesta, se realiza una actualización metodológica de la asignatura con vistas a garantizar el aprendizaje desarrollador de sus contenidos. En cada clase se planifican tres momentos: introducción, desarrollo y conclusiones; con sus componentes didácticos.

Acción (2.2.a): Vinculación del contenido con el modelo del profesional.

Se realiza un análisis por el colectivo de asignatura de los objetivos definidos en el plan de estudio de la carrera, del año, la disciplina y asignatura, para valorar el papel de la Matemática III en la formación del profesional, mediante la identificación del elemento conceptual de esta asignatura que se expresa en todos ellos, el que representa el

encargo social a la enseñanza de la matemática para la formación de profesionales de la Industria Química.

Acción (2.2.b): Análisis didáctico – metodológico de los contenidos.

Para el análisis del sistema de conocimientos se sugiere que los profesores analicen los núcleos conceptuales de cada uno de los temas (Ecuaciones Diferenciales, Sucesiones y Series). Posteriormente se realiza un análisis del orden y estructuración de los contenidos por clases, para que identifiquen las rupturas respecto al orden lógico definidas en la bibliografía básica de la asignatura.

Acción (2.2.c): Análisis didáctico – metodológico de los objetivos.

Mediante el desarrollo de esta acción los profesores formulan los objetivos de cada forma organizativa, mediante el establecimiento de relaciones coherentes entre: la esencialidad del contenido, su complejidad y la habilidad para aprender, así como su orientación educativa. Dichos objetivos deben propiciar el establecimiento de relaciones entre los conceptos, propiedades y procedimientos matemáticos conocidos y los nuevos por conocer.

(Acción 2.2.d): Análisis didáctico – metodológico de los métodos y medios de enseñanza.

Los profesores seleccionarán métodos que favorezcan la participación activa y el desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico de los estudiantes como: búsqueda parcial o heurística, investigativo, creativo, discusión, situaciones, juego de roles, simulación, exposición problemática, búsqueda parcial, enseñanza por descubrimiento o enseñanza por indagación.

Acción (2.2.e): Distribución del fondo de tiempo de la asignatura por formas organizativas.

Para llevar a cabo esta acción, el colectivo de asignatura selecciona las formas organizativas a desarrollar, teniendo en cuenta aquellas que propician la participación del estudiante y el desarrollo de actividades prácticas, como elementos que propician el aprendizaje desarrollador.

Acción (2.2.f): Organización del sistema de evaluación de la asignatura.

Es importante que a la hora de evaluar se tengan en cuenta los tipos de evaluación: la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación. Dependiendo su selección, del tipo de tarea planteado por el profesor en función del objetivo trazado.

Acción 2.3: Diseñar el sistema de tareas docentes a utilizar en el proceso de enseñanza –aprendizaje de la

Matemática III teniendo en cuenta los tipos de tareas propuestas.

El objetivo de esta acción es diseñar el sistema de tareas docentes, teniendo en cuenta sus diferentes tipos. Para diseñar el sistema de tareas docentes, es importante que el profesor seleccione los tipos de tareas a utilizar, por jerarquía. Es importante que el mismo tenga presente a la hora de diseñar las tareas que debe realizarlo de forma sistemática, con una estrecha interrelación entre cada una de ellas de forma tal que el estudiante pueda ir pasando de un nivel reproductivo a uno productivo para finalmente arribar al nivel creativo, logrando así que el aprendizaje sea significativo. Además, puede apoyarse en las bondades de las TIC como los entornos virtuales de aprendizaje, y dentro de estos sus recursos para la orientación, revisión y control del estudio independiente.

Acción 2.4: Seleccionar los componentes tecnológicos a utilizar para apoyar la realización de los tipos de tareas docentes diseñadas.

Se seleccionan los componentes del entorno virtual de aprendizaje a utilizar para el desarrollo de las tareas docentes propuestas por el profesor, teniendo en cuenta las potencialidades que brindan, sus facilidades de uso y los conocimientos informáticos que poseen los estudiantes, a los que va dirigida la estrategia, para el trabajo con los mismos.

### **Etapa 3: Ejecución.**

Objetivo: Desarrollar acciones en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III que estimulen el aprendizaje desarrollador.

Las direcciones definidas se materializan en las acciones siguientes:

Acción 3.1: Cumplimentar las actividades metodológicas planificadas en los diferentes niveles del trabajo metodológico y evaluación de sus resultados.

Durante el desarrollo de esta acción cada colectivo metodológico deberá llevar a cabo las actividades planificadas, las que pueden sufrir cambios en dependencia de la calidad en el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura. Los resultados de estas actividades deben quedar en evidencia para en caso de que sea necesario realizar un cambio a alguna actividad, pueda contarse con la documentación requerida.

De igual forma se hace necesario evaluar la marcha del proceso, para lo cual debe tenerse en cuenta los criterios de los estudiantes.

Acción 3.2: Orientación hacia el objetivo de la clase.

Esta acción se encuentra diseñada dentro de la guía de observación a clases de la Universidad de Cienfuegos. La misma se explica a continuación:

Acción 3.4: Motivar al estudiante durante el desarrollo de la clase.

Esta acción se llevará a cabo mediante la aplicación de métodos productivos. El profesor partirá de una situación vinculada a la especialidad, la cual, a través de la im-partición de los contenidos, deberá darle salida desde la clase. Su redacción puede ser en forma de interrogante, planteamiento hipotético u otra forma que el profesor considere.

Acción 3.5: Orientar el estudio independiente y motivación para la próxima clase.

El estudio independiente podrá ser orientado en cualquier parte de la clase. Este debe contribuir a la sistematización de los contenidos abordados en clases y su profundización. El nivel de complejidad no debe ser menor al de las actividades y tareas de la clase, para evitar la desmotivación por su realización. Su diseño debe estar en correspondencia con las situaciones trabajadas en clase. En el caso de la asignatura Matemática III, se recomienda contar con ejercicios prácticos de cálculo, además de otros vinculados al desarrollo del material educativo digital orientada a diseñar.

#### **Etapa 4: Control.**

Objetivo: Controlar el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática III para el logro del aprendizaje desarrollador.

La evaluación de la estrategia didáctica tiene un carácter continuo, sistémico e integrador, al realizarse de forma interactiva entre sus escenarios de influencia: el año, colectivo de disciplina, asignatura y el proceso de enseñanza – aprendizaje, en el que se concreta y satisface el aprendizaje de los estudiantes. Se evalúa la estrategia didáctica y el aprendizaje desarrollador alcanzado por

los estudiantes. Para llevar a cabo dicho control, se proponen las acciones siguientes:

Acción 4.1: Evaluar el cumplimiento de los objetivos de la asignatura Matemática III en el colectivo de año.

Se debe realizar de forma sistemática, en las reuniones metodológicas organizadas por el colectivo. Se parte de los resultados de las evaluaciones realizadas por el profesor, las que deben estar acompañadas de un análisis valorativo del avance o retroceso de cada estudiante en cuanto al aprendizaje de la asignatura.

Acción 4.2: Evaluar el cumplimiento de los objetivos de la asignatura Matemática III en el colectivo de disciplina y asignatura.

Se presentan los resultados de las evaluaciones y los contenidos con mayor dificultad en su aprendizaje. Se reorganiza el sistema de evaluación o de los restantes componentes del proceso de enseñanza – aprendizaje a partir de los resultados. Se orienta la atención a la diversidad de cada estudiante. Se potencia la participación en eventos científicos, olimpiadas de conocimientos o concursos, a partir de los resultados propios de la asignatura.

#### **Descripción de los principales resultados obtenidos en el cuasi – experimento**

El cuasi – experimento se realizó en la Universidad de Cienfuegos, “Carlos Rafael Rodríguez”, durante el curso escolar 2021 – 2022, con una duración de un año. Se inició con un diagnóstico dirigido a precisar el estado actual de los conocimientos básicos y del aprendizaje en los estudiantes de la muestra, cuyos resultados permitieron el control y evaluación del proceso evolutivo de la variable aprendizaje desarrollador de la matemática.

Como acciones propias para propiciar al aprendizaje desarrollador se llevaron a cabo la búsqueda de información, el planteamiento de hipótesis, arribo a conclusiones, respuesta a preguntas problemáticas, determinación de lo esencial, las relaciones: causa efecto ante la orientación del nuevo contenido, la comparación, razonamiento deductivo y la generalización. Dichas acciones conllevaron al diseño de 15 materiales educativos de ellos 7 digitales (4 videos educativos y 3 multimedias); el montaje de la asignatura en el entorno virtual de aprendizaje, además del diseño de 8 folletos dirigidos a la asignatura Matemática III resultado de la investigación, lo que enriquece la base material de estudio.

Dichos resultados se presentaron en las Jornadas Científicas Estudiantiles a nivel de base y

nacional, al igual que en eventos fuera de la universidad. Se realizaron encuentros de conocimientos entre los grupos de estudio, salones tecnológicos, con la exposición de los materiales educativos digitales desarrolladas desde las clases, además de encuentros con el entorno de la universidad, donde los estudiantes graficaban mediante los recursos brindados por la naturaleza, los principales conceptos y propiedades de la matemática.

Todo ello permitió que el estudiante se sintiera partícipe fundamental del proceso de enseñanza – aprendizaje e hiciera evidente su motivación y los deseos de aprender, los que participaron voluntaria y activamente; realizaron preguntas y plantearon dudas, intercambiaron

continuamente sus criterios y conclusiones, las que el profesor evalúo de forma sistemática, de acuerdo a los indicadores establecidos. Para comparar las diferencias entre el estado inicial y final del aprendizaje después de la implementación de la estrategia, se aplicó a los estudiantes de la muestra una prueba diagnóstica final y una encuesta al culminar todo el proceso, con el fin de valorar el grado de satisfacción que experimentaron con los métodos y procedimientos docentes que se implementaron y los logros alcanzados en el aprendizaje de la Matemática III.

A partir de una hipótesis alternativa bilateral y suponiendo que  $a = 0.05$ , se obtuvo como resultado  $p=0,000042$ , valor que es menor que 0,5. La mediana de la PDF es significativamente mayor que la PDI en un 95,0%. Estos resultados demuestran desde lo cuantitativo la efectividad y pertinencia de la aplicación de la estrategia didáctica para contribuir al aprendizaje desarrollador de la Matemática III en la carrera Ingeniería Informática, constituyendo una vía de solución a la contradicción fundamental declarada en la introducción de la tesis.

## CONCLUSIONES

La elaboración de una estrategia didáctica para el aprendizaje desarrollador de la Matemática III en los estudiantes de la carrera Ingeniería Química permitió determinar características y regularidades que distinguen el aprendizaje desarrollador de la matemática, así como con las vías para su instrumentación en la práctica.

Con la aplicación de la estrategia propuesta se lograron avances cuantitativos y cualitativos en el aprendizaje desarrollador de la Matemática III, lo que se constató al comparar los resultados del estado inicial con el final del aprendizaje, lo que confirma la factibilidad, efectividad y cumplimiento del objetivo de la investigación.

Existió consenso entre las respuestas positivas recogidas mediante el criterio de expertos, lo que demuestra que es objetiva y confiable la aplicación de la estrategia didáctica en la práctica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coromoto, M. & Barrientos, N. J. (2011). Aprendizaje desarrollador una nueva visión en la educación superior. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(27). <https://www.eumed.net/rev/ced/27/ggb.htm>
- Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2017). *Plan de estudio E. Carrera Ingeniería Química*. MES
- Delgado, B. C. (2004). *Una concepción teórico - metodológica para la producción de cursos a distancia*. Instituto Superior Politécnico.

García Ballesteros, J. (2010). Implementing the strategy of solving problems in teaching of physics, chemistry and mathematics at the USTA. *HALLAZGOS - Revista de Investigaciones*, 7. Ediciones USTA

García, P. F. (2019). *La transformación digital de la docencia*. <https://bit.ly/2MQUUbe>.

Gil Luis, J. & Alfonso Morejón, A. (2021). Proceso de Enseñanza - Aprendizaje de la Matemática Superior I en la formación del contador. *Rev. Mendive*, 19(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttex&pid=S1815-76962021000200345](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S1815-76962021000200345)

González Monsibáez, Y. & Duvergel Vázquez, D. (2020). Una estrategia didáctica para el aprendizaje desarrollador de la Matemática en la carrera Ingeniería Informática. *Universidad y Sociedad*, 12(5), 219-228.

González, W. (2018). Aproximación al aprendizaje desarrollador en la Educación Superior. *Educação*, 43(1), 11-26. DOI: <https://doi.org/10.5902/1984644429309>

Mateus, N. E. (2019). Breve reseña de la integral. Conference: Encuentro Didáctica del cálculo (infinitesimal). DOI:10.13140/RG.2.2.19373.51683

Naveira Carreño, V. J. (2022). *La dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador de los procedimientos de solución en el cálculo diferencial e integral en la carrera Economía*. [Tesis doctoral. Universidad Camilo Cienfuegos, Matanzas]

ONU-CEPAL (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <http://hdl.handle.net/11362/40155>

Reyes Torres, A. C., López Valdés, A. D., & Díaz Valdés, I. (2010). El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y su relación con el trabajo metodológico. *Revista Mendive*, 9(34). <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1172/961>

Santiago, E. & Vallejo, L. E. (2023). Aprendizaje desarrollador y la construcción integral del conocimiento. *Revista Polo del conocimiento*, 8(3). <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>