

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.373>

Esquema lógico-esquemático para representar problemas básicos de matemáticas en la formación de ingenieros

Logical-schematic scheme for representing basic mathematical
problems in engineering education

Erika Ercilia Vázquez Moreno

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
evazquez@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Eusebio Jiménez López

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
ejimenezl@msn.com
Ciudad Obregón, Sonora – México

Helga Karina Tolano Gutiérrez

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
ktolano@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Laura Olivia Amavizca Váldez

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
lamavizca@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Lilia Zulema Gaytán Martínez

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
zgaytan@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Francisco David Valladares Aranda

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
dvalladares@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Dolores Guadalupe Vázquez Moreno

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora
gvazquez@uts.edu.mx
Ciudad Obregón, Sonora – México

Artículo recibido: día 24 de enero de 2023. Aceptado para publicación: 9 de febrero de 2023.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Este artículo presenta un método denominado "lógico-esquemático" que se utiliza para representar y resolver problemas y ejercicios durante el aprendizaje de las matemáticas básicas en ingeniería. El método lógico-esquemático es una representación que consta de cuatro partes: 1) Una parte donde se sintetiza el texto del ejercicio, 2) Una parte donde se colocan las reglas de síntesis (fórmulas generales), 3) Una parte donde se desarrolla el problema y 4) Una parte donde se realiza el análisis del ejercicio. Las partes que integran el método lógico-esquemático están relacionadas entre sí y se representan con una serie de flechas las cuales describen las relaciones e interconexiones entre las reglas de análisis y síntesis. El método puede utilizarse durante el aprendizaje en el aula o para realizar tareas y fue aplicado a un grupo de alumnos que llevaban la materia de cálculo integral y diferencial obteniéndose resultados favorables.

Palabras clave: matemáticas básicas, educación en ingeniería, razonamiento

Abstract

This article presents a method called "logical-schematic" which is used to represent and solve problems and exercises during the learning of basic mathematics in engineering. The logical-schematic method is a representation consisting of four parts: 1) A part where the text of the exercise is synthesized, 2) A part where the synthesis rules (general formulas) are placed, 3) A part where the problem is developed and 4) A part where the analysis of the exercise is performed. The parts that make up the logical-schematic method are interrelated and are represented by a series of arrows that describe the relationships and interconnections between the rules of analysis and synthesis. The method can be used during learning in the classroom or for homework and was applied to a group of students taking the subject of integral and differential calculus, obtaining favorable results.

Keywords: basic mathematics, engineering education, reasoning

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Como citar: Vázquez Moreno, E. E., Jiménez López, E., Tolano Gutiérrez, H. K., Amavizca Váldez, L. O., Gaytán Martínez, L. Z., Valladares Aranda, F. D., & Vázquez Moreno, D. G. (2023). Esquema lógico-esquemático para representar problemas básicos de matemáticas en la formación de ingenieros. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 1721–1735. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.373>

INTRODUCCIÓN

Hoy en día en los centros de enseñanza de educación superior se estudian diversas asignaturas de Matemáticas configuradas en el concepto general de "Matemáticas superiores", las cuales sirven de base para la enseñanza de la educación en ingeniería y las disciplinas especiales, cuyo objetivo principal es la formación de los futuros especialistas e ingenieros, esto es, auxilian en la formación y en el desarrollo de los puntos de vista científicos, las capacidades mentales y el pensamiento lógico (Barakaev et al. 2020). En la enseñanza de la ingeniería el tronco común de las matemáticas busca formar una estructura lógica en el pensamiento de los alumnos y trata de que se concienticen en que las matemáticas son el fundamento de la ingeniería y sus aplicaciones. Sin embargo, la enseñanza de las matemáticas no es una tarea sencilla ni universal en la educación de la ingeniería y generalmente existen controversias entre los profesores.

De acuerdo con Koay (2022), los ingenieros y los matemáticos no parecen estar totalmente de acuerdo en cómo deben enseñarse las matemáticas debido a la formación de cada uno de ellos. Los ingenieros por lo general aplican lenguajes informales y buscan la comprensión de conceptos fundamentales para la resolución de problemas (enseñan más procedimientos que formalismo), en tanto que los matemáticos recurren al rigor y al formalismo (le dan más importancia a las definiciones, axiomas, teoremas y propiedades que a las aplicaciones), procesos que a decir verdad los alumnos de ingeniería y los mismos profesores de ingeniería no están preparados. En algunas escuelas los departamentos de ingeniería se preguntan cada vez más si están obteniendo los resultados deseados de los cursos básicos de matemáticas debido a que dichos cursos son una fuente importante de abandono y a que muchos profesores de ingeniería no están satisfechos con las habilidades matemáticas de los estudiantes (Faulkner, Earl y Herman 2019). Los problemas ante la falta de resultados de los estudios en matemáticas para las ingenierías han provocado que en algunas escuelas los profesores de ingeniería consideren enseñar matemáticas en lugar de los profesores en matemáticas. Los problemas de la enseñanza de las matemáticas no se reducen a un conflicto entre ingenieros y matemáticos, en ocasiones están involucradas otras variables como el desinterés y la baja motivación, y que se deriva en la mayoría de los casos de la falta de concienciación de los estudiantes de grado sobre la importancia de las matemáticas para su carrera profesional (López y Peña 2021).

Existen diversas investigaciones orientadas a proponer métodos y estrategias para impulsar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación en ingeniería. Por ejemplo, Abramovich, Grinshpan y Milligan (2019), muestran un enfoque de la enseñanza de las matemáticas basado en el aprendizaje por la acción junto con la motivación natural derivada del sentido común. De acuerdo con los autores, el mensaje final de su trabajo de investigación es que, utilizando repetidamente la motivación conceptual y el aprendizaje activo en todos los niveles de la educación matemática, el éxito general de los estudiantes tiene un gran potencial de mejora. Milaturrahmah, Mardiyana y Pramudyac (2017), utilizaron el STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) como enfoque de aprendizaje de las matemáticas en Indonesia. La aplicación del aprendizaje de las matemáticas con el enfoque STEM, de acuerdo con los autores, hace que los graduados capacitados en el uso de los conocimientos de matemáticas tiendan a crear productos innovadores y sean capaces de resolver los problemas que existen en la sociedad. Lahann y Lambdin (2020) propusieron al aprendizaje colaborativo para el aprendizaje de las matemáticas. La investigación demostró que el aprendizaje de los alumnos se acelera cuando trabajan en colaboración y en tareas bien estructuradas, cuidadosamente ejecutadas y con responsabilidad individual. Jiménez et al. (2016) utilizaron el Aprendizaje Basado en Problemas para motivar los aprendizajes en la materia de Cálculo Vectorial. Las experiencias mostraron dos aspectos: 1) Los alumnos muestran aceptación de las metodologías activas y se comprometen y desarrollan sus actividades en forma más organizada y con entusiasmo y 2) Los modelos educativos centrados en el alumno deben implementarse en forma gradual y con el acompañamiento necesario para que los alumnos y profesores puedan entender los enfoques y sus roles dentro y fuera del salón de clases.

Si bien las propuestas de métodos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas son diversas y variadas, es necesario desarrollar otras técnicas para poder tener diversidad y estrategias que puedan ser usadas por los profesores y alumnos. En las ingenierías la enseñanza de las matemáticas (dada por profesores-ingenieros) en general se da aplicando lenguajes informales y buscan la comprensión de conceptos fundamentales para la resolución de problemas Koay (2022). La idea es que los alumnos comprendan la teoría pero que gran parte del tiempo hagan ejercicios de los libros. Por lo tanto, la solución de ejercicios es una práctica común en la enseñanza de las matemáticas para las ingenierías. Si bien el desarrollo lógico secuencial de los ejercicios es una práctica antigua que busca asegurar que la teoría se fije por medio de la resolución de una serie de problemas, no siempre da buenos resultados debido a que los alumnos se mecanizan dándole más importancia a los resultados que a visualizar las relaciones entre conceptos, procedimiento y resultados.

La resolución de problemas en matemáticas es un componente de suma importancia para el aprendizaje escolar ya que ayuda de gran manera al aspecto formativo de los alumnos. De acuerdo con Căprioară (2015), la resolución de problemas es la forma obvia de manifestación y utilidad de las matemáticas, intelectualmente y más allá. Esta actividad proporciona al alumno la oportunidad de enfrentarse a una dificultad que puede superar explotando la combinación de conocimientos que posee (declarativos, procedimentales y condicionales) de manera eficiente en un contexto bien definido. El proceso de resolución de problemas también puede incluir el uso de competencias como la fluidez procedimental, que probablemente se fortalezca a partir de una comprensión más profunda de las matemáticas (Hiebert y Grouws 2007). La resolución de problemas de matemáticas permite a los alumnos aplicar las definiciones y los procedimientos vistos en clases en la solución analítica de ejercicios, y este proceder afianza los aprendizajes y los conocimientos. Ruiz et al. (2003), explican que la resolución de problemas se concibe "como generadora de un proceso a través del cual quien aprende combina elementos del conocimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previamente adquiridos para dar solución a una situación nueva". Así, la resolución de problemas puede considerarse como el eje central de la enseñanza en matemática.

Existen diversos métodos utilizados para la resolución de ejercicios de matemáticas, el más antiguo es de Polya (1945) y de dicho método se han basado otros autores. Este método consta de cuatro etapas: 1) Comprensión del problema, 2) Planificación, 3) Ejecución del plan y 4) Supervisión. Algunos factores que intervienen en la resolución de ejercicios son: a) El problema matemático a resolver, b) El alumno que resuelve el problema y c) El contexto en que el alumno algunas veces aprende a resolver y en otras resuelve el problema matemático (Juidías y Rodríguez 2007).

Por otro lado, un libro de texto puede considerarse como algo que describe o incluso define las matemáticas que se enseñan. La forma en que se utilizan los libros de texto varía mucho, pero no cabe duda de que los libros de texto son uno de los principales factores que influyen en la enseñanza de las matemáticas (Rezat y Strässer 2014). Diversos libros de matemáticas usados para la educación en ingeniería no sólo promueven la resolución de ejercicios, sino que presentan métodos de resolución que ayudan a los alumnos (Larson y Edwards 2010). El análisis paso a paso, el uso de calculadoras, retos y problemas relacionados con alguna situación física o aplicada son algunas técnicas que se usan para motivar a los alumnos a que resuelvan las series de ejercicios que vienen en los libros de texto.

A pesar del gran valor que tiene la resolución de los ejercicios para aprender matemáticas, sobre todo en los primeros semestres de los estudios superiores, es preciso mencionar que existen también diversas problemáticas. De acuerdo con Calvo (2008), se debe tener claro que no existen recetas mágicas para dar solución a un problema, pero se pueden utilizar ciertos pasos que son esenciales para hacerlo. Los alumnos resuelven ejercicios de matemáticas de manera mecánica lo que provoca que no busquen otros procedimientos de resolución. La resolución de problemas permite no sólo aprender matemáticas, sino también desarrollar el pensamiento lógico de los

estudiantes. No obstante, los docentes en su práctica cotidiana de aula, en un intento por promover este proceso matemático, se han limitado a la ejercitación repetitiva de algoritmos o a la aplicación de fórmulas al finalizar los contenidos desarrollados (Patiño, Prada y Hernández 2021).

Es necesario ofrecerles a los alumnos otras formas de fijar el conocimiento e inclusive diseñar estrategias de aprendizaje que se apeguen a su estilo de aprendizaje. En este sentido en un trabajo presentado por Jiménez et al. (2006) se propusieron cuatro métodos para para motivar la enseñanza de la ingeniería mecánica a estudiantes de ingeniería del tronco común. La materia seleccionada para aplicar dichos métodos fue Dinámica. Los métodos fueron: 1) Sintético, 2) Analítico, 3) Investigación y 3) Lógico-esquemático. De acuerdo con los autores, dichos métodos se adecuaban a tres habilidades: 1) predominantemente analíticas, 2) predominantemente sintéticas y 3) habilidades sintético- analíticas equivalentes. El método lógico-esquemático puede usarse para organizar la información de un ejercicio resuelto o bien de forma directa al resolver un problema. Este método se ha utilizado para representar problemas de las materias estática (Jiménez et al, 2012a) y de circuitos eléctricos (Jiménez et al, 2012b) e incluso se presentó una propuesta para aplicarlo en problemas de matemáticas (Jiménez et al, 2013). Sin embargo, para el caso de la aplicación del método lógico-esquemático en matemáticas quedó pendiente su evaluación. Otro de los métodos propuestos por Jiménez et al. (2006) fue el método del entendimiento el cual se utiliza para sistematizar el planteamiento de los ejercicios y los otros cuatro se usan para resolver el problema. Este método se desarrolló bajo la lógica de que un problema bien planteado es equivalente a un 50% de su solución, por lo que antes de proceder a resolver un ejercicio por cualquiera de los métodos se debe conocer a detalle lo que se pide y los datos conocidos entre otras características.

En este artículo se presenta una experiencia de la aplicación del método lógico-esquemático, apoyado por el método del entendiendo, para sistematizar un ejercicio de un problema de matemáticas relacionado con la graficación vectorial (tarea que realizó un alumno durante la prueba del método) y un cuestionario que fue aplicado a 20 alumnos de la materia de Cálculo Vectorial para conocer la utilidad del método lógico-esquemático.

MÉTODO

La investigación desarrollada en este artículo es tipo descriptiva con enfoque cuantitativo y su diseño es no experimental de corte transversal. Es descriptiva debido a que se caracterizaron los métodos de resolución de problemas desarrollados por Jiménez et al, (2006), de los cuales dos de ellos fueron aplicados a un caso de estudio. Para conocer las opiniones del uso del método lógico-esquemático se diseñó y se aplicó un cuestionario a los alumnos.

El grupo de análisis fue de la materia cálculo vectorial de tercer semestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica y la población fue de 20 alumnos. El método lógico-esquemático se aplicó una vez visto el tema de funciones vectoriales y fue explicado por el instructor a los alumnos. Posteriormente, los alumnos transformaron varios ejercicios resueltos del libro de texto siguiendo las instrucciones del profesor. Al final se les aplicó el cuestionario mostrado en la tabla 8.

A continuación, se presenta una breve descripción de los métodos de planteamiento y solución de ejercicios descritos por Jiménez et al. (2006):

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las ingenierías no siguen una sola estrategia didáctica esto debido a que a pesar de que se cuente con los mismos programas de estudio y los planes de clase, los profesores por lo general imparten los cursos de manera distinta incluyendo la resolución de problemas. Por ejemplo, los profesores con formación matemática dan los cursos más formales mientras que los profesores con formación de ingeniería dan las clases más prácticas y se orientan a la solución de problemas Koay (2022). Otras diferencias se presentan en la prioridad de los conceptos, por ejemplo, existen profesores

que les dan más importancia a las definiciones de referencia y otros a los procedimientos de resolución y a los resultados. Por tales motivos se requiere no unificar criterios ni métodos de resolución de problemas porque no sería lo ideal, más bien lo importante sería generar nuevos métodos y planteamientos que se incorporen a las distintas herramientas de las que disponen actualmente los profesores y alumnos.

La ingeniería sienta su método de análisis y sus aplicaciones en las matemáticas, por ello es de suma importancia que los alumnos aprendan y manejen los conceptos matemáticos. Debido a que en muchas ocasiones los alumnos manifiestan que las matemáticas no están relacionadas con las aplicaciones debido a que la impartición de las clases precisamente está descontextualizada con casos reales o con otras materias de aplicación, es necesario crear modelos que permitan entender la transversalidad de las matemáticas en las materias de las ingenierías. En este sentido Jiménez et al. (2006), propusieron un conjunto de métodos para la solución de ejercicios de Dinámica que pueden ser aplicados a otras áreas de la ingeniería incluyendo la enseñanza de las matemáticas (Jiménez et al. 2013). Estos métodos toman en cuenta dos habilidades básicas de los alumnos y una combinación de las mismas: 1) Predominantemente sintéticas, 2) Predominantemente analíticas y 3) Balance entre habilidades sintéticas y analíticas. La manera de conocer y clasificar las habilidades de los alumnos en los salones de clase se realiza de manera simple y práctica usando los siguientes pasos: 1) Encuesta simple a los alumnos, 2) Revisión de los cuadernos y 3) La forma en que los alumnos resuelven los ejercicios.

A groso modo las habilidades predominantemente analíticas se detectan cuando el alumno prefiere las clases y la solución de ejercicios de forma limpia y ordenada, secuencial y paso a paso, y no les gustan las clases desordenadas y no secuenciables. Por el contrario, los alumnos con habilidades predominantemente sintéticas aprenden en desorden y en general tienden a tener apuntes en forma de gráficos o con poca información, y no les gusta el orden y la resolución de problemas paso a paso. Existen alumnos que no importa como sean la presentación de las clases y la resolución de los ejercicios ellos aprenden en orden o en desorden, con poca o mucha información, pueden o no llevar un cuaderno en orden; estos alumnos se consideran con habilidades sintético-analíticas. Los métodos propuestos por Jiménez et al. (2006) tomando la clasificación de habilidades son: 1) Método del entendimiento, 2) Método sintético, 3) Método analítico, 4) Método de investigación y 5) Método lógico-esquemático.

El primer método está asociado con un orden lógico el cual se utiliza para ordenar en forma secuencial el análisis preliminar y el entendimiento de un problema o ejercicio, en tanto que los métodos restantes se utilizan para resolver el problema una vez planteado y formulado. Los métodos analíticos y sintéticos usados para resolver problemas son los que más comumente utilizan los alumnos. El método analítico puede desarrollarse de dos maneras: Una de ellas es resolver el problema ordenadamente y paso a paso, sustituyendo los valores conocidos de las variables o las que se vayan determinando durante el proceso; otra forma es la de determinar un modelo; esto es, que se sustituyan lo menos posible los datos conocidos en el desarrollo del problema. Por lo que respecta al método sintético, este también tiene dos posibles caminos de aplicaciones: uno está relacionado con el desarrollo del problema de forma no ordenada y con sustitución máxima de datos y otro en el cual se construyen modelos primitivos, tanto numéricos como gráficos relacionados con el problema a resolver (Jiménez et al. 2006).

Los métodos de investigación y lógico-esquemático son más sofisticados, pues requieren del dominio de la lógica y de la estructuración ordenada. El método de investigación es similar al método analítico, con la diferencia en que todos sus párrafos, figuras, tablas, ecuaciones y desarrollo van fuertemente conectados por una estructura lógica. En tanto el método lógico-esquemático es una representación gráfica y lógica de la estructura de un problema y busca que los alumnos sean capaces de tener claras las relaciones que existen entre las fórmulas sintéticas y las analíticas en el desarrollo de un problema. Ambos métodos requieren que se haya utilizado primero el método del entendimiento y se pueden usar para solucionar ejercicios de dos

maneras: en forma directa o en forma indirecta. En la primera forma los alumnos pasan del método del entendimiento al método de investigación en forma directa o bien, pueden utilizar también en forma directa el método lógico-esquemático. En la forma indirecta, los alumnos primero resuelven los problemas con los métodos analíticos y sintéticos, y luego lo transforman a los métodos de investigación o lógico-esquemático (Jiménez et al. 2012a).

Los métodos descritos anteriormente buscan que los alumnos y profesores le den más énfasis al orden, a la sistematización y a las relaciones entre la teoría y los problemas. Se trata de verificar si los alumnos han logrado las competencias, esto es, si dominan las interrelaciones entre el saber, el saber hacer y el ser, en el desarrollo de problemas en matemáticas.

El método del entendimiento

Uno de los grandes problemas que enfrentan los alumnos de ingeniería es el de plantear un problema. La forma de leer el ejercicio y de determinar los datos conocidos y por encontrar, presenta algunas veces serias dificultades. Otro problema es el entender que fórmulas se deben utilizar y más aún, se le dificulta documentar y formular un problema. Para ayudar a que los alumnos y profesores puedan tener un orden lógico para entender y formular problemas y ejercicios, Jiménez et al. (2006) propusieron el siguiente método:

- a) Leer cuidadosamente el discurso del problema.
- b) Identificar del discurso del problema los datos por encontrar.
- c) Identificar del discurso del problema los datos conocidos.
- d) Los datos por encontrar y los datos conocidos pueden ser representados en una figura o esquema, por ello, se debe interpretar cuidadosamente las figuras propuestas.
- e) Identificar de los datos por encontrar sí: 1) Se trata de un número, 2) una función, 3) un vector, 4) una matriz u otro elemento, por ejemplo, si se quiere encontrar la rapidez, esta se representa por un número real. La velocidad se puede representar por un vector y así sucesivamente.
- f) Aplicar el paso E) para el caso de los datos conocidos.
- g) Si ya se comprendió el discurso del problema, entonces se debe proceder a darle solución y antes, si es posible, se debe aplicar el siguiente modelo:
 - a. "Dadas X encuentre Y ".
- h) Aquí, X representa los datos conocidos y Y los datos por encontrar.
- i) Documentar en la medida de lo posible todo lo relacionado con el problema.
- j) Identificar una vez comprendido el discurso del problema, las fórmulas o leyes principales con las cuáles solucionará el problema.
- k) Identificar las fórmulas o reglas secundarias.
- l) Utilizar el siguiente modelo antes de proceder a solucionar el problema: "Dado X , encuentre Y tal que Z sea satisfecha". Aquí, Z representa la o las fórmulas principales.

Cabe mencionar que el método del entendimiento sólo es una guía o formato que sirve para ordenar los análisis que se realizan a la hora de interpretar y formular un problema. Si los alumnos y profesores son capaces de llegar al paso K) es altamente probable que hayan entendido y comprendido lo que pide resolver el ejercicio.

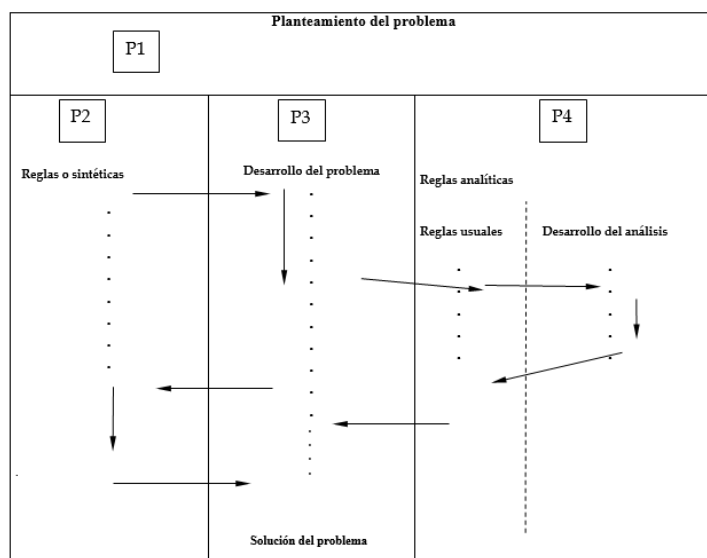
El método lógico-esquemático.

Una vez formulado con el método del entendimiento un problema o ejercicio hasta el paso K), se procede a resolverlo utilizando cualquiera de los cuatro métodos descritos anteriormente. El método lógico-esquemático tiene como objetivo principal que los alumnos sean capaces de representar el desarrollo de un problema por medios gráficos. Este método consta de cuatro principales áreas: 1) La principal, en donde se redacta el problema por resolver y/o se coloca la formulación del problema del método del entendimiento (P1), 2) Un área sobre la cual se colocan las leyes primarias o sintéticas y los datos conocidos (P2), 3) Un área en donde se localizan las reglas de análisis y se realizan los análisis correspondientes (P3) y 4) Un área en donde se

muestra la estructuración del desarrollo y el resultado final (P4). Los pasos y las interconexiones entre áreas se realizan por una secuencia de flechas, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Estructura del método lógico-esquemático (Jiménez et al. 2006)



El método lógico-esquemático busca mostrar la estructura del conocimiento y las relaciones y conexiones entre los procesos y operaciones que se presentan en el desarrollo de un problema o ejercicio. Las fórmulas sintéticas son expresiones que se obtienen de formularios, como identidades o fórmulas generales o bien del desarrollo del problema. Las reglas de análisis sirven para descomponer un problema y para aplicar los procedimientos analíticos, como derivar, integrar y despejar, entre otros. Los resultados principales del análisis y el resultado conclusión final se colocan en la parte tres del esquema mostrado en la Figura 1 (P3).

El método lógico-esquemático al aplicarse en conjunto con el método del entendimiento, le proporciona al profesor y a los alumnos un esquema en donde los ejercicios pueden desarrollarse sistemáticamente. A pesar de que puede ser largo y tedioso todo el camino a recorrer con la aplicación de estos métodos, los beneficios se logran ver cuando los alumnos arman el problema como si fuera un rompecabezas y logran ver las relaciones del análisis que desarrollaron en forma gráfica. El método lógico-esquemático privilegia el entendimiento formal que la solución de muchos problemas.

Instrumento

Para conocer información acerca de la percepción de los alumnos en relación con el método lógico-esquemático, se diseñó y aplicó un cuestionario el cual se muestra en la Tabla 1

Tabla 1

Cuestionario para los alumnos (elaboración propia)

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1. ¿Conocía con anterioridad el método lógico-esquemático?	SI ____ NO__
2. ¿Resultó práctico el uso del método-lógico-esquemático?	SI ____ NO__
3. ¿Ayuda el método lógico-esquemático a conocer las relaciones entre las reglas de análisis y las reglas de síntesis?	SI ____ NO__
4. A pesar de que el método lógico-esquemático es repetitivo y tardado, ¿lo usarías como método de estudio?	SI ____ NO__
5. ¿Considera que el método lógico-esquemático ayuda a comprender mejor los conceptos y la relaciones entre el problema y su solución?	SI ____ NO__
6. ¿Considera que el método lógico-esquemático puede usarse para realizar las tareas?	SI ____ NO__
7. ¿Te resultó complicado aprender a usar el método lógico-esquemático?	SI ____ NO__
8. ¿Te resultó atractivo el método-lógico-esquemático en comparación con los métodos de enseñanza comunes?	SI ____ NO__
9. ¿Consideras que el método lógico-esquemático puede usarse en otras materias que no sean de matemáticas?	SI ____ NO__
10. ¿Recomendarías el método lógico- esquemático a otros alumnos?	SI ____ NO__

RESULTADOS

del entendimiento y el lógico-esquemático. El problema es de graficación vectorial.

Problema: Graficar la curva plana representada por la función vectorial:

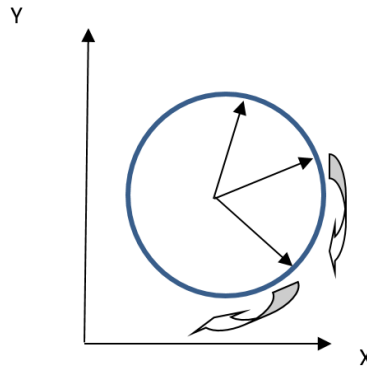
$$r(t)=2\cos(t)i + 2\sen (t)j; 0\leq t\leq 2\pi$$

Aplicación del método del entendimiento.

- a) Leer cuidadosamente el discurso del problema.
El problema sólo pide graficar una ecuación vectorial, que de acuerdo con su constitución es una circunferencia.
- b) Identificar del discurso del problema los datos por encontrar.
Los datos por encontrar son: 1) La ecuación de la curva plana (circunferencia) y su gráfica asociada según los límites o el intervalo considerado.
- c) Identificar del discurso del problema, los datos conocidos.
Sólo se conocen los límites y que la ecuación vectorial representa una circunferencia siendo "t" su parámetro.
- d) Los datos por encontrar y los datos conocidos pueden ser representados en una figura o esquema, por ello, se debe interpretar cuidadosamente las figuras propuestas. La Figura 2 muestra un posible esquema de la solución al problema.

Figura 2

Esquema gráfico de la posible solución del problema



- e) Identificar de los datos por encontrar sí: 1) se trata de un número, 2) una función, 3) un vector, 4) una matriz u otro elemento.
Lo que se busca determinar es una ecuación cartesiana que permita graficar su figura geométrica.
- f) Aplicar el paso E) para el caso de los datos conocidos. Los datos conocidos son una ecuación vectorial y los números externos del límite de la gráfica.
- g) Proceder a darle solución al problema, aplicando el siguiente modelo:
"Dadas X encuentre Y".

Dado:

$$r(t) = 2\cos(t)\mathbf{i} + 2\sin(t)\mathbf{j}; \quad 0 \leq t \leq \pi$$

Encuentre:

$$x^2 + y^2 = r^2$$

y su gráfica asociada.

- h) Documentar en la medida de lo posible, todo lo relacionado con el problema.
De acuerdo con los pasos anteriormente descritos, lo que se busca construir una ecuación canónica de la circunferencia dada la ecuación vectorial en términos del parámetro "t", por lo que hay que utilizar algún método que permita transformar o eliminar el parámetro "t" y obtener una ecuación canónica.
- i) Identificar una vez comprendido el discurso del problema, las fórmulas o leyes principales con las cuáles se solucionará el problema. Las fórmulas principales del problema son:

$$r(t) = f(t)\mathbf{i} + g(t)\mathbf{j}$$

$$x^2 + y^2 = r^2$$

- j) Si es posible, identificar las fórmulas o reglas secundarias.
Las fórmulas secundarias son:

$$\cos^2(t) + \sin^2(t) = 1$$

$$r = \sqrt{r^2}$$

- k) Utilizar el modelo: "Dado X, encuentre Y tal que Z sea satisfecha".

Dado:

$$r(t) = 2\cos(t)\mathbf{i} + 2\sin(t)\mathbf{j}; \quad 0 \leq t \leq \pi$$

Encuentre:

$$x^2 + y^2 = r^2$$

y su gráfica asociada.

Tal que:

$$\mathbf{r}(t) = f(t)\mathbf{i} + g(t)\mathbf{j}$$

sea satisfecha y,

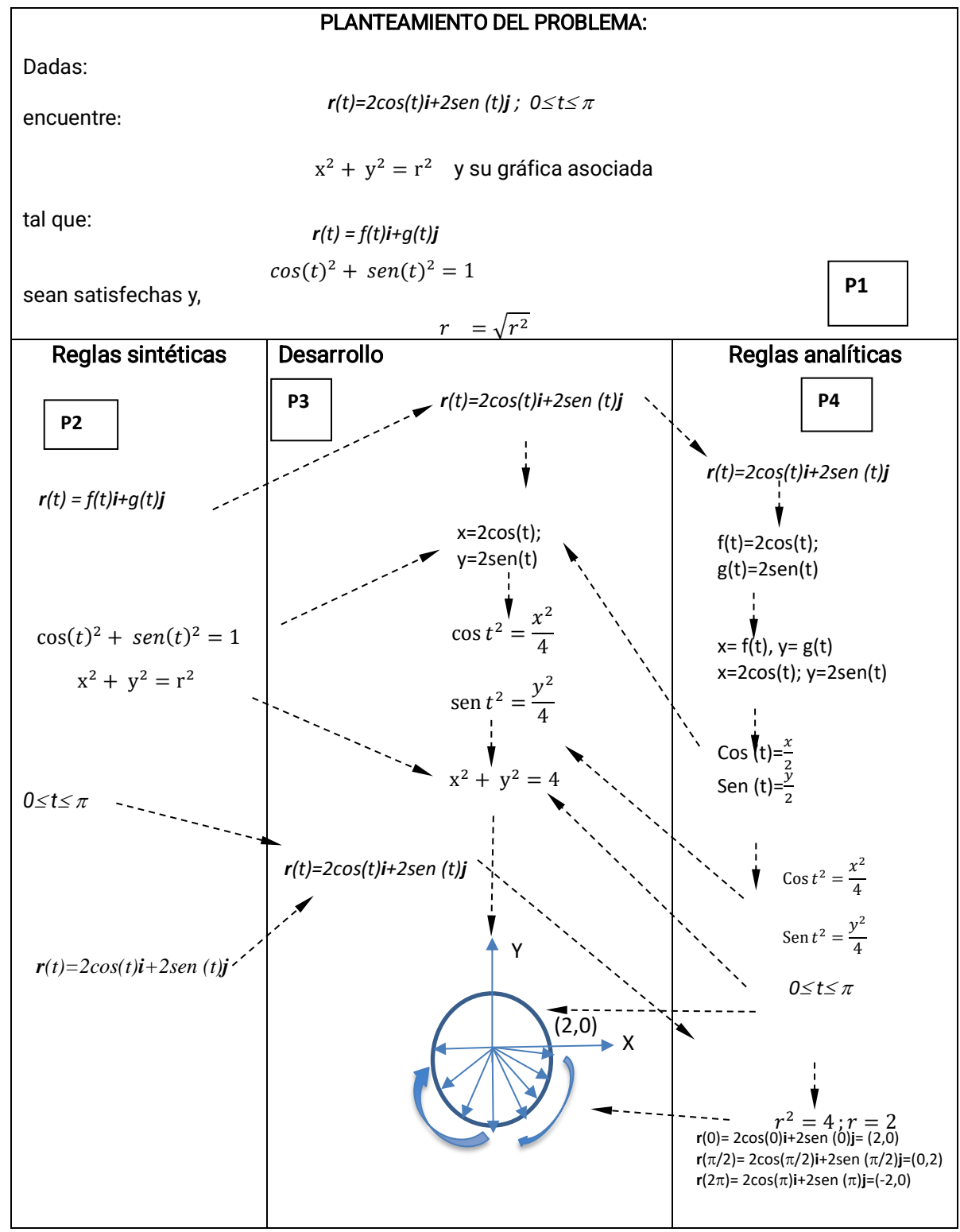
$$\cos(t)^2 + \sin(t)^2 = 1$$

$$r = \sqrt{r^2}$$

El método lógico-esquemático relacionado con el problema formulado anteriormente se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Desarrollo de un problema y representación de su resolución por el método lógico-esquemático



DISCUSIÓN

La resolución del problema usando el método lógico-esquemático presentó una sistematización (orden) gráfica de la secuenciabilidad de resolver un ejercicio. El ejercicio mostrado en la Tabla 2 fue desarrollado y escrito por un alumno de la materia de Cálculo Vectorial cuyas características de habilidades fue sintético-analítico, es decir, el alumno no tenía problemas en resolver los ejercicios de la manera que fuera. El método del entendimiento sirvió para ordenar el ejercicio, de hecho, la aplicación de este método es prioritaria. A pesar de su importancia, el método del entendimiento no fue considerado para ser evaluado por los alumnos ni se midió el tiempo de planteamiento y resolución del ejercicio.

En relación con el estudio de la predominancia de habilidades y siguiendo los pasos propuestos por Jiménez et al. (2006) se encontró lo siguiente: 1) 50% de los alumnos presentó predominancia a la síntesis, 2) 45% al análisis y 3) el 5% tenían habilidades equilibradas (sintético-analíticas).

Las respuestas del cuestionario del SI en todas las preguntas fueron el mínimo 65% y un máximo del 100% y el NO tuvo un mínimo de 0% y un máximo 45%. La pregunta 1 tuvo el máximo del 100% en NO ya que los alumnos desconocían el método lógico-esquemático. La pregunta 4 alcanzó un 60% de SI y un 40% que NO, esto debido a que en opinión de algunos alumnos el método era muy repetitivo y tardado. La pregunta 10 tuvo un 63% de SI, esto es, que si recomendaría usar el método a otros alumnos de otras materias.

CONCLUSIÓN

En este artículo se ha presentado un método novedoso para resolver y representar ejercicios de los libros de textos y de las clases. El método lógico-esquemático es útil para que los estudiantes puedan darle orden y sistematicidad al proceso de resolución de ejercicios. Este método puede ayudar aquellos alumnos a que tengan habilidades con predominancia hacia la síntesis, ya que el método es lógico-gráfico, pero de igual manera puede auxiliar a los analíticos ya que es un método que promueve el orden y el desarrollo paso a paso. A pesar de que el método del entendimiento es riguroso este sirve para conocer con detalle el problema o ejercicio y obliga al alumno a no partir con desconocimiento hacia la solución del problema. De acuerdo con los resultados el método lógico-esquemático atrajo la atención de la mayoría de los alumnos, pero su práctica tuvo problemas como la tardanza y al hecho de problemas muy largos el método se vuelve problemático y, por lo tanto, se recomienda que éste se aplique a ejercicios sencillos, ya que lo que se busca es que los alumnos comprendan las relaciones entre las definiciones y el análisis para resolver ejercicios.

REFERENCIAS

Abramovich S., Grinshpan A., Milligan D. (2019). Teaching Mathematics through Concept Motivation and Action Learning. *Education Research International* Volume 2019, Article ID 3745406, 13 pages <https://doi.org/10.1155/2019/3745406>

Barakaev M., Shamshiyev A., O'rinov X., Abduraxmonov D., Ismatov N. (2020). Problems of Teaching Mathematics in Modernization, *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 19 No. 2, pp. 201-203.

Calvo M.M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en matemáticas, *Educación*, vol. 32, núm. 1, 2008, pp. 123-138.

Căprioară D. (2015). Problem Solving - Purpose and Means of Learning Mathematics in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 191, pp. 1859-1864

Faulkner B., Earl K., Herman G. (2019). Mathematical Maturity for Engineering Students. *Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed.* 5, 97–128. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00083-8>

Hiebert, J., & Grouws, D. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 371–404). Charlotte, NC: Information Age Pub.

Jiménez E., Bojórquez G.I., Ontiveros S.R., Acosta M., Lucero B., Delfín J.J. (2016). "Experiencias de la aplicación de las metodologías activas en la enseñanza de la ingeniería, Memorias del XXII Congreso de la SOMIM del 28 al 30 de septiembre. CD. Mérida, Yucatán. México, pp. 1-11.

Jiménez E., Luna N., Borboa A.M, Delfín J.J., Longorio R., Amavizca L., Sánchez M. (2012b). Propuesta de un modelo lógico - esquemático para representar en forma sistemática, ejercicios de los libros de ingeniería, INTERTECH. March 11 - 14, 2012, Dili, EAST TIMOR XII International Conference on Engineering and Technology Education.

Jiménez E., Montoya N., Borboa A.M., López L., Delfín J.D. Amavizca L., Hernández E. (2012a). "Aplicación de métodos para sistematizar un ejercicio de estática". Memorias del XVIII Congreso Internacional Anual de la SOMIM, 19 al 21 de septiembre, 2012, Salamanca, Guanajuato, México.

Jiménez E., Reyes L., Ochoa J., Galindo F., Ruiz J., Soto E. (2006). "Methods to Formulate and to Solve Problems in Mechanical Engineering. International Conference on Engineering Education July 23 – 28, 2006 San Juan, Puerto Rico.

Jiménez E., Reyes L.A., López S., Amavizca L., López L. (2013). Método lógico - esquemático para el análisis y la representación de ejercicios de matemáticas, Congreso Internacional sobre la enseñanza y aplicación de las Matemáticas, 6, 7 y 8 de mayo de 2013.

Juidías J. y Rodríguez I. (2007). Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos, *Revista de Educación*, 342, pp. 257-286

Koay, S. T. (2022), The Art of Effectively Teaching Math to Engineering Students Paper presented at 2022 ASEE Gulf Southwest Annual Conference, Prairie View, Texas. <https://peer.asee.org/39207>

Lahann, P., Lambdin, D.V. (2020). Collaborative Learning in Mathematics Education. In: Lerman, S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_23

Larson R. y Edwards B. (2010). *Cálculo 2 de varias variables*. Novena edición. McGraw Hill. México.

López, M.T.; Peña, M. (2021). Mathematics Training in Engineering Degrees: An Intervention from Teaching Staff to Students. *Mathematics*, 9, 1475. <https://doi.org/10.3390/math9131475>

Milaturrahmaha N., Mardiyana, Pramudyac I. (2017). Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) as Mathematics Learning Approach in 21stCentury, AIP Conference Proceedings 1868, 050024 (2017); <https://doi.org/10.1063/1.4995151>.

Patiño K.N., Prada R., Hernández C.A. (2021). La resolución de problemas matemáticos y los factores que intervienen en su enseñanza y aprendizaje. *Boletín Redipe*, 10 (9), pp. 459-471.

Polya, G. (1945): *How to solve it*. Princenton, N. J., Princenton University Press.

Rezat, S., & Strässer, R. (2014). Mathematics textbooks and how they are used. In P. Andrews, & T. Rowland (Eds.), *Master class in mathematics education: International perspectives on teaching and learning* (pp. 51–62). New York (NY: Bloomsbury

Ruiz, D. y García, M. (2003). El lenguaje como mediador en el aprendizaje de la aritmética en la primera etapa de Educación Básica. *Educere La Revista Venezolana de Educación*, 23(7): 321-327