

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA FAVORECER LA HABILIDAD DE MODELAR PROBLEMAS CONTEXTUALIZADOS QUE CONDUCEN SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES**

PROPUESTA PARA MODELAR PROBLEMAS CONTEXTUALIZADOS

AUTORES: Guillermo Márquez Fuentes<sup>1</sup>

Camilo Mora Batista<sup>2</sup>

Pedro Ignacio Escalona Ávila<sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [gmarquez@uho.edu.cu](mailto:gmarquez@uho.edu.cu)

Fecha de recepción: 23-10-2021

Fecha de aceptación: 26-11-2021

### RESUMEN

En el presente artículo se expone una propuesta metodológica para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la habilidad modelar problemas contextualizados que se resuelven por sistemas de ecuaciones lineales. Los problemas abordados están dirigido a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín de primer año académico. Se presenta un marco teórico resumido, que sustentan la propuesta metodológica. Tal propuesta tiene tres etapas, Orientación y ejecución, Desarrollo y práctica del procedimiento, Autoevaluación y evaluación. Durante las etapas el estudiante y profesor juegan un rol como actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aquí cada uno tiene tareas específicas que permiten favorecer el aprendizaje. En este artículo se presta un valor considerado a la habilidad de modelar; esto nos dirige a estudiar los métodos de aprendizajes desde lo psicológico, didáctico y cognoscitivo. También se tienen en cuenta los principios pedagógicos como son el conductismo, constructivismo y cognoscitivismo. Se muestra un ejemplo mientras se aplica la propuesta metodológica y se discute.

Palabras Clave: Propuesta Metodológica, habilidad modelar, problemas contextualizados

---

<sup>1</sup> Universidad de Holguín " Oscar Lucero Moya. Docente. [gmarquez@uho.edu.cu](mailto:gmarquez@uho.edu.cu)

<sup>2</sup> Universidad de Holguín " Oscar Lucero Moya. Docente. [cmorab@uho.edu.cu](mailto:cmorab@uho.edu.cu)

<sup>3</sup> Universidad de Holguín " Oscar Lucero Moya. Docente. [pedroe@uho.edu.cu](mailto:pedroe@uho.edu.cu)

## **METHODOLOGICAL PROPOSAL TO FAVOR THE ABILITY TO MODEL CONTEXTUALIZED PROBLEMS INVOLVING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS.**

### ABSTRACT

This article presents a methodological proposal to favor the teaching-learning process of the modeling ability in problems that correspond to systems of linear equations in the industrial engineering career. For this purpose, a summarized theoretical framework is also presented, which supports the methodological proposal. This proposal has three stages: orientation and execution, development and practice of the procedure, self-evaluation and evaluation. During the three stages, the student and teacher play a role as actors in the teaching-learning process. Considerate value is placed in this article on modeling skill; this leads us to study the learning methods from the psychological, didactic and cognitive; here each one has specific tasks that allow to favor learning. Finally, an example is shown while the methodological proposal is being applied and discussed.

Keywords: Methodological proposal, modeling ability, contextualized problems

### INTRODUCCIÓN

Un conjunto de operaciones que ejerce un estudiante para lograr de forma creadora actividades diferentes, a merced de sus conocimientos que se van incorporando de forma gradual en su psiquis, hasta convertirse en hacer y saber dichas operaciones para lograr una meta, es conocido como habilidad (Alcívar, 2017). Los autores Álvarez y Marina plantean que la habilidad es un concepto que refleja el modo de relacionarse el sujeto y el objeto, destacando que las habilidades intelectuales son esenciales para el desarrollo del pensamiento y contribuyen a la asimilación del contenido, por lo que resultan básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática (Álvarez de Zayas & Mariana, 1982). En ésta, se desarrollan un grupo de habilidades importantes entre ellas se destacan visualizar, modelar, solucionar e interpretar, siendo la modelación una habilidad que se debe ir desarrollando desde los grados iniciales.

La expresión proceso de enseñanza-aprendizaje implican una relación causal entre enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, no todo acto de enseñanza implica aprendizaje y no todo aprendizaje deviene de una enseñanza. Por lo que en este artículo se refiere al proceso de enseñanza-aprendizaje como un fenómeno binomial y bidireccional en la comunicación de aprendices y

educador que favorece a la cognición aportando al desarrollo de habilidades en los estudiantes, en este caso a la actividad de modelar.

Por otra parte, Ginoris en (Ginoris et al., 2006) escribió:

En la ciencia y en la técnica contemporánea la modelación cumple un papel sumamente importante. Su esencia, consiste en la reproducción de determinadas propiedades del objeto del conocimiento. La modelación se basa en la analogía, que a su vez parte del esclarecimiento en un gran número de objetos, de las propiedades parecidas, similares, comunes. La modelación simplifica esencialmente el proceso del conocimiento y permite concentrar toda la dedicación del investigador en los aspectos que le interesan, al reducir el fenómeno investigado, del que se abstraen los no esenciales para el fenómeno en cuestión. p 288”

Desde la posición del estudiante como investigador en cuanto a la búsqueda de soluciones a problemas elementales, como es el caso específico de modelar problemas contextualizados que responden al uso de sistemas de ecuaciones lineales durante el proceso de solución. El estudiante debe encontrar analogía entre sus formulaciones matemáticas con relación al problema presentado para esclarecer dichas propiedades del modelo que esté desarrollando. Para así, simplificar la esencia del conocimiento y permita concentrar toda su atención en los aspectos que interesen del problema presentado; guiándolo a una modelación correcta del fenómeno presentado en el problema. Por cuanto la modelación de un problema matemático, además contextualizado, es una habilidad importante en el siglo actual para el desarrollo científico tecnológico, porque permite describir fenómenos de procesos reales.

Por lo expuesto, en este artículo se presta un valor considerado a la habilidad de modelar; esto nos dirige a estudiar los métodos de aprendizajes desde lo psicológico, didáctico y cognoscitivo. También se tienen en cuenta los principios pedagógicos como son el conductismo, constructivismo y cognoscitivismo.

Por otra parte, en el caso más específico de la carrera Ingeniería Industrial de la universidad de Holguín (UHO). En el plan de estudio se plantea que se debe trabajar intensamente, desde primer año, para eliminar deficiencias presentes en la formación de muchos de los estudiantes en el menor plazo posible, se refieren a evitar el hábito de trabajar mecánicamente. Plantean que es necesario enseñar a aprender, pero también enseñar a pensar, y para ello es conveniente buscar y elaborar una ejercitación en toda la disciplina que le permita adiestrarse en la modelación, solución e interpretación del problema que se presenta, en precisar cuál es el significado de la información que le dan, qué le piden, cuáles son las posibles relaciones entre lo que le dan y lo que le piden, cuáles son las posibles vías para llegar al

resultado y cuál es la más eficiente; diseñar un plan, explorar la vía seleccionada, ejecutarlo, y luego, como aspecto muy importante, analizar qué aportó al problema, qué tiene de diferente con otros que se han realizado, qué de semejante, construir alguno similar.

En la disciplina Matemática I se plantea que esta debe aportar al estudiante los conocimientos necesarios para su formación académica y las herramientas de trabajo que le permiten identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados al ejercicio de la profesión, así como resolver los problemas que éstos conducen, haciendo uso eficiente de las técnicas modernas de cómputo e identificando rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia. En el sistema de tareas de la disciplina y las asignaturas deben incluirse suficientes problemas de aplicación y aquellos otros que permitan cumplir con los objetivos planteados, el dominio de los conceptos, la paulatina integración de los mismos, así como la posibilidad de modelar y resolver problemas de acuerdo a lo planificado. Entre otros objetivos generales de la disciplina se plantea:

Analizar, modelar y resolver problemas relacionados con el modelo del profesional de la carrera y con otras disciplinas, utilizando los recursos y los métodos matemáticos estudiados, las estrategias heurísticas y metacognitivas y los asistentes matemáticos, a partir de escoger en cada caso el método que se ajusta al problema en dependencia de los datos disponibles, de la respuesta que se desea hallar y de los medios con que se cuente para su solución. (MES, 2018 p. 84)

Además, una de las habilidades principales de la disciplina Matemática Superior es: Resolver sistemas de ecuaciones lineales empleando fundamentalmente el método de Gauss y el método de Cramer, y utilizarlos en la solución de problemas cuya modelación conduzca a un sistema de ecuaciones lineales (MES, 2018).

Del análisis de los objetivos del plan de estudio se evidencia que en los mismos la modelación es una habilidad que se exige lograr en los estudiantes. En consecuencia, los profesores mediante investigaciones, talleres metodológicos y estudios deben de elevar la calidad de sus clases con el objetivo de enseñar la habilidad de modelación matemática y adquirir estrategias metodológicas, favoreciendo la enseñanza explícita de esta habilidad, por lo cual este trabajo resulta importante y necesario para lograr este objetivo.

Para observar la pertinencia de la investigación, se realizó una encuesta sobre el tema algebra lineal en la disciplina Matemática I a los estudiantes de Ingeniería Industrial. Un total de 50 estudiantes, se encuestaron el 50% de la matrícula los estudiantes de 1ro y 2do año. Se evidencia que un 90% de los estudiantes no recibieron contenidos con problemas contextualizados.

Además, 68% prefieren realizar ejercicios antes que problemas contextualizados, 88% presentan dificultad en modelar el problema matemáticamente, 60% afirman que con sus conocimientos les resulta muy difícil modelar un problema matemáticamente y el 84% reconocen la importancia de trabajar con problemas contextualizados. Esto revela las insuficiencias en los alumnos para construir modelos de problemas contextualizados que conducen a sistemas de ecuaciones lineales que en gran medida constituyen la antesala a los modelos de programación lineal y discreta que se estudian en la asignatura Investigación de Operaciones.

También se encuestaron a 5 de los profesores que impartieron este contenido en la carrera ingeniería industrial. Se evidencia en los resultados que un 100% del contenido de Sistemas de Ecuaciones Lineales es el que más trabaja problemas contextualizados donde los estudiantes deben aprender a dominar la habilidad de modelar. Esto implica que hay que trabajar en un cambio de estrategia en la enseñanza de modelar problemas contextualizados, ya que los estudiantes no desarrollan la habilidad correctamente. En cuanto a la resolución de estos problemas un 80% de los profesores expresaron que la principal insuficiencia de sus estudiantes es al modelar matemáticamente. Un 80% de los profesores evalúan de mal el dominio de la habilidad modelar que tienen sus alumnos, aun cuando el 100% de los profesores expresan que conocen la importancia de la habilidad modelar y el 100% reconocen que la misma es posible desarrollar esta habilidad en sus estudiantes desde el tema de Álgebra Lineal. Sin embargo, los alumnos encuestados no todos han logrado este objetivo. Estas deficiencias revelan la necesidad de dirigir el trabajo en las aulas por parte de los profesores para contribuir a desarrollar la habilidad de modelar.

Por tanto, en este artículo se presenta una propuesta metodológica para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidad modelar problemas contextualizados que corresponden a sistemas de ecuaciones lineales. Antes se expone un breve marco teórico que sustenta la propuesta, desde los métodos de aprendizaje, los principios pedagógicos y didácticos; también se aborda la perspectiva de modelación empleada.

## DESARROLLO

### *Los Métodos de aprendizaje*

El autor (Jiménez, 2017) plantea que los métodos de aprendizaje son operaciones instructivas que planean conseguir la enseñanza de contenidos determinados y el alcance de nuevos objetivos. Los métodos son diferentes entre sí y apremia distintos objetivos. En la totalidad estos métodos aparecen mezclados durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual el estudiante alcanza el objetivo propuesto que es la capacidad de la habilidad que se desea (Arias-Gundín, et al., 2008). Además, el proceso de aprendizaje del alumno va transitando por etapas diferentes

para alcanzar el dominio del contenido. Tales etapas son según (Santana, 2007):

- a) El primero de ellos es la recepción de los datos. En este proceso el alumno reconoce el mensaje transmitido.
- b) El segundo es la transferencia, donde el estudiante puede responder y resolver preguntas con el apoyo del conocimiento y los datos adquiridos.
- c) El tercero es la comprensión de la información. En este proceso el alumno puede interpretar el mensaje transmitido usando sus conocimientos y saberes previos.
- d) El cuarto proceso es la retención a largo plazo, donde la persona puede guardar estos conocimientos adquiridos en su memoria, retomarlos y usarlos en cualquier momento, ya que los ha aprendido bien.

Existen varios métodos de aprendizaje, pero en este artículo se abordarán solo dos de estos debido a que uno es el utilizado por los docentes y el otro es el favorito en la propuesta metodológica.

a) Método ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) según Barrows (1986) plantea que es "un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos". Los profesores tienen el rol de facilitador, tutor, guía, co-aprendiz, mentor o asesor. Los alumnos toman la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre alumnos y profesor. Los profesores buscan mejorar la iniciativa de los alumnos y motivarlos. Los alumnos son vistos como sujetos que pueden aprender por cuenta propia. Los profesores diseñan su curso basado en problemas abiertos incrementando la motivación de los estudiantes presentando problemas reales. Los alumnos experimentan el aprendizaje en un ambiente cooperativo.

b) Método MAT (Método Aprendizaje Tradicional) es cuando el profesor asume rol de experto y trasmite información a los alumnos de acuerdo a su disciplina. Los alumnos son vistos como recipientes vacíos o receptores pasivos de información, estos absorben, memorizan, transcriben y repiten la información para actividades específicas como pruebas y exámenes. El aprendizaje es individual y de competencia.

El método del ABP presenta relevante ventaja con respecto al método tradicional proveniente de la escuela conductista, para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidad de modelar (Molina Ortiz, et al., 2009). Esta razón hace evidente que los autores se adueñen de este método para perfeccionar la metodología propuesta. Sin embargo, para aplicar el ABP se requiere de un cambio en el rol del profesor. El profesor estratégicamente debe convertirse en un alumno activo para lograr que sus educandos construyan su conocimiento para luego aplicarlos situaciones



que lo requieran. Los alumnos también deben cambiar su rol a estudiante activo que trabajan cooperativamente con profesor, de este modo ellos asumen la responsabilidad de su aprendizaje.

### *Principios pedagógicos y didácticos*

Establecer corrientes y tendencias presenta una dificultad ya que esto es estrictamente convencional pero la razón es brindar a los estudiosos un boceto estructurado del contexto pedagógico.

La pedagogía es un saber, una reflexión y, tiene sus fundamentos teóricos que la asisten, por lo que no pueden aplicarse a la práctica, sino mediante un sistema de técnicas y otros principios que son potestativos de la Didáctica. Esto conlleva a que existan tendencias pedagógicas y didácticas relacionadas, que ostentan análogo fundamento filosófico (Ginoris et al., 2006). Por tal razón, se enfoca a las tendencias didácticas para aportar elementos a la metodología propuesta.

### *Sobre la Didáctica Conductista y Activa*

El conductismo produce un rechazo inmedible por la mayoría de los profesores pues que se culpa de muchas insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuestión que se conoce con el desarrollo de muchas investigaciones educativas. Sin embargo, esta tendencia proporciono sus aportes a pesar de sus cuestiones negativas. Actualmente se critica fuertemente pero aún queda mucho de esta tendencia en varias instituciones educativas. Tal razón se debe a las principales habilidades técnicas de la enseñanza promovidas por los conductistas que son útiles para organizar el contexto, formar preguntas, variar la situación del estímulo, ilustrar con ejemplos, propiciar retroalimentación, y favorecer las experiencias integradas del aprendizaje. Por lo que esta tendencia no se rechaza completamente de la propuesta metodológica desarrollada.

Por otra parte, se conoce el desarrollo del movimiento de la escuela nueva como intento de desaparecer los efectos perjudiciales del conductismo. El surgimiento de la escuela nueva conlleva a una tendencia conocida como la Didáctica Activa que tiene los presupuestos filosóficos-pedagógicos en el pragmatismo y el positivismo más el intuicionismo. La didáctica activa tiene sus principios básicos en la libertad, actividad e individualidad favorecedores de a la propuesta metodológica. La libertad es una condición innata del alumno que además le permite desarrollarse libremente sobre sus actividades. La actividad es una necesidad de la vida del estudiante y no debe tener frenos a la hora de desarrollarla. La individualidad no solo proviene de que el estudiante pueda desarrollar la actividad libremente sino de hacerlo responsable de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta propuesta se rescatan rasgos del conductismo y de la escuela nueva, con corte constructivista. Estas dos tendencias comprenden el aprendizaje de maneras completamente diferentes lo que implica que se complementen. Tal parece que estas corrientes teóricas se contradicen en sus supuestos básicos y su mezcla aterra a los conocedores de la pedagogía y la didáctica. Sin embargo, (Tapia, 2009) en su obra como se complementan ambas corrientes teóricas

### *Propuesta Metodológica*

La propuesta metodológica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidad de modelar problemas contextualizados que conducen a sistema de ecuaciones lineales en la carrera de ingeniería industrial de la Universidad de Holguín no se aferra a método de aprendizaje específico de forma rígida sino que se nutre de varios métodos, aunque se basa más en el aprendizaje basado en problemas con el objetivo de que el estudiante transite por diferentes etapas o procesos para llegar al objetivo final, que es el dominio del contenido.

El primero de ellos es la recepción de los datos. El segundo es la transferencia, donde el estudiante puede responder y resolver preguntas con el apoyo del conocimiento y los datos adquiridos. El tercero es la comprensión de la información donde el alumno puede interpretar el mensaje transmitido usando sus conocimientos y saberes previos. El cuarto proceso es la retención a largo plazo, donde la persona puede guardar estos conocimientos adquiridos en su memoria, retomarlos y usarlos en cualquier momento, ya que los ha aprendido bien.

En la propuesta que se presenta, se evidencia una didáctica activa y cognitivista sin perder las bondades de la didáctica conductista. El fin de la metodología es desarrollar el pensamiento, en particular la capacidad de resolución de problemas. Justificar la importancia de la Matemática y del tema que se desarrolla mostrando su aplicación a diferentes situaciones de la vida o de la técnica. Motivar el estudio de un tema sobre la base de presentar problemas que sean capaces de atraer la atención de los alumnos. Introducir nuevos contenidos, en particular aquellos que pueden ilustrarse con ciertos problemas contextualizados tipo (sistema de ecuaciones lineales). Fijar algunos procedimientos matemáticos que han sido explicados en el aula. Para el desarrollo de la misma se proponen las siguientes etapas:



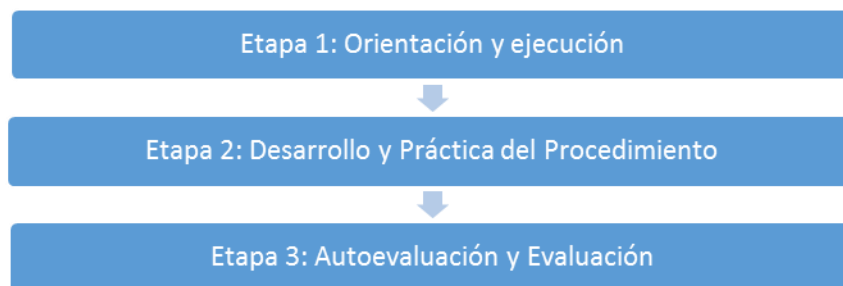


Diagrama 1: Etapas de la propuesta metodológica

Es importante resaltar que la propuesta metodológica tiene dos actores fundamentales. El rol del profesor y el rol del estudiante los cuales durante las etapas estos tienen tareas a seguir para así favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. El objeto de la actividad del profesor no es exactamente el alumno, sino la dirección de su aprendizaje; pero para que dicha dirección sea eficiente, el profesor debe concebir al alumno como una personalidad plena, que, con su ayuda, construye y reconstruye sus conocimientos, habilidades, hábitos, afectos, actitudes, formas de comportamiento y sus valores, en constante interacción con el medio socio cultural donde se desenvuelve.

En esta propuesta los estudiantes se convierten en miembros activos del proceso de aprendizaje, esto permite que adquieran una mejor perspectiva de ellos mismos como lectores, escritores y pensadores. A medida que los estudiantes reflexionan sobre lo que han aprendido y de qué manera lo han aprendido, ellos desarrollan herramientas que les permiten convertirse en aprendices efectivos. Por tal motivo se debe involucrar a los alumnos en el proceso de valoración y evaluación lo cual es parte elemental para hacer de éste un proceso balanceado, de esta manera el estudiante toma conciencia del aprendizaje alcanzado, las deficiencias que posee y lo que necesita para lograr el objetivo.

Con los elementos antes expuestos se desarrollan las etapas de la propuesta metodológica:

#### Etapa 1: Orientación y ejecución

En la etapa de la orientación el profesor brinda las pautas necesarias a los alumnos para que ellos puedan modelar de manera correcta los problemas contextualizados y poder formar sistemas de ecuaciones lineales; del mismo modo indica el proceso para encontrar las variables. Sin embargo, para poder llevar a cabo esto es necesario que el profesor conozca y se prepare en función a lo que se desea brindar a los alumnos, garantizando de tal manera la ejecución de la propuesta metodológica. Esta etapa permite que la etapa 2 se realice dónde el estudiante posee una mayor actuación.

PASO 1: El profesor recomienda leer el problema con atención hasta entenderlo correctamente, no importa las veces que se repita este proceso, lo importante es lograr el objetivo.

PASO 2: Se traza el destino, es decir a dónde quieres llegar, aunque desconozcas la ruta a tomar, en ese momento se debe planear bien el objetivo ya que muchas veces se tiende a confundir, creyendo que al modelar los problemas se ha encontrado la respuesta.

PASO 3: Se deben identificar las incógnitas ya que de este modo es factible proceder a organizar y relacionar los conocimientos que se poseen con las variables que se tiene.

PASO 4: Se elaboran las ecuaciones y se unen en un sistema de ecuaciones.

PASO 5: Se identifica la ruta a seguir y se procede con la misma. Cabe recalcar que el profesor debe tratar de hacer reflexivo al alumno sobre el uso de recursos heurísticos como por ejemplo los diagramas, figuras de análisis, reducción a problemas conocidos, trabajo hacia atrás, realizar una construcción auxiliar, trabajo en ambas direcciones y descomposición del problema en otros más sencillos, estos son algunos de los múltiples recursos heurísticos que existen.

PASO 6: Se procede a realizar la respectiva verificación, mediante la sustitución del resultado obtenido en una de las ecuaciones modeladas y en el caso de no obtener una igualdad se repite el ciclo, caso contrario se ha llegado al objetivo planteado que es la respuesta correcta al problema contextualizado y se ha modelado el sistema de ecuación de forma correcta.

Por su parte el alumno, presta la debida atención hacia las recomendaciones del profesor, procede a seguir paso a paso lo que indica el maestro con el problema planteado como ejemplo, se realizan las respectivas preguntas con la finalidad de despejar dudas sobre la correcta modelación de problemas contextualizados que conducen a sistemas de ecuaciones lineales, se procede a realizar la verificación y se llega a la respuesta buscada.

## Etapa 2: Desarrollo y Práctica del Procedimiento

En esta etapa el profesor estará en vigilia mientras los alumnos ejecutan los pasos de la Etapa 1 a la espera de dudas o inquietudes por parte de los alumnos. Pero se resalta que aquí la mayor participación la tienen los estudiantes.

PASO 1: Facilitará problemas contextualizados, los cuales se deben resolver mediante sistemas de ecuaciones lineales por parte de los alumnos.

PASO 2: El profesor seguirá de cerca la evolución de los alumnos al momento de llevar a cabo los pasos propuestos en la etapa 1 para la correcta modelación de los problemas planteados, en esta etapa el profesor se podrá

dar cuenta si todos han alcanzado la destreza modelar problemas contextualizados.

PASO 3: En caso de que los alumnos se equivoquen al modelar los problemas contextualizados, el profesor procederá a realizar la realimentación, regresando a la primera etapa con la finalidad de que todos logren el nivel más cerca posible al objetivo; por su parte el alumno se dispondrá a modelar los problemas contextualizados que el maestro le indique con aras de identificar confusiones.

PASO 4. El profesor despejará las dudas de los alumnos para que ellos puedan trabajar de manera autónoma en la siguiente etapa.

### Etapa 3: Autoevaluación y Evaluación

En esta etapa tiene como objetivo que el estudiante pueda obtener un criterio de su evaluación desde la autoevaluación. También de este modo se podrá comprobar que ha aprendido realmente. El profesor evaluará su aprendizaje desde el criterio que el obtenga de la autoevaluación del estudiante.

PASO 1: El estudiante revisará minuciosamente el desarrollo de su modelo. Comprobando que se acerca al proceso o fenómeno que desea describir matemáticamente, analizará que su solución sea correcta (la comprobación del problema).

PASO 2: El profesor estará en constante observación de la revisión del estudiante en busca de obtener un criterio de lo que el alumno ha aprendido.

PASO 3: El profesor exigirá a los estudiantes que se evalúen a partir de su revisión (autoevaluación) aprovechando para medir las capacidades de los mismos en cuanto al contenido que enfrentan en el problema contextualizado.

PASO 4: Evaluación. El profesor corregirá al estudiante, en caso de ser necesario con respecto a su evaluación, pero siempre enfocado en mostrar las deficiencias que este presente en todo el desarrollo del modelo matemático y solución del problema.

La propuesta metodológica ha sido expuesta, en adelante se propone un problema contextualizado para mostrar en modo de ejemplo las tareas o pasos de las etapas por los actores (profesor y estudiante). El problema que se presenta corresponde al contexto de la ingeniería industrial ya que abarca distintos procesos de elaboración de un objeto. También se encuentra en el tema de algebra en la parte de sistemas de ecuaciones lineales.

Problema.

Una industria talabartera donde se producen zapatos de cuero un inversionista quiere conocer el costo de producción por procesos

independiente de una marca de zapato específica. Para ello conoce que el costo completo de producir el zapato es de unos 52 \$. En la elaboración del calzado existen 3 procesos, corte del material, ensamblaje de la parte superior y monte sobre la suela. Además, se sabe que el 50% costo del corte del material más el montaje de la suela equivale al costo del ensamblaje de la parte superior; además esté excede en 10 \$ al montaje sobre la suela. ¿Cuánto cuenta realizar cada proceso?

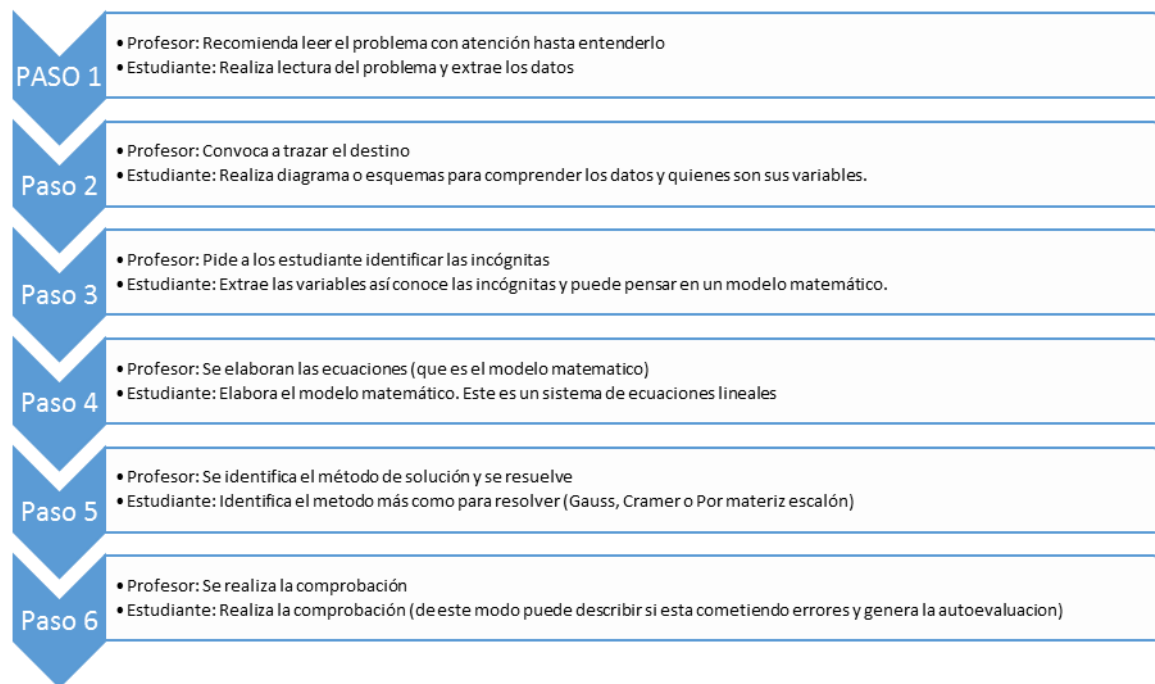
Con este problema se exponen las tareas o pasos de los actores en la metodología:

### Etapa 1 Orientación y ejecución

En el paso 2 y 3 el estudiante debe tener escrito los datos e identificar las incógnitas.

Datos de las oraciones para el modelo matemático

<i>Procesos</i>	$x + y + z = 52 \$$
Corte del material -> $x$	$50\%x + z = y$
Ensamblaje de la parte superior -> $y$	$y - z = 10 \$$
Montaje sobre la suela -> $z$	



### Etapa 1: Orientación y ejecución (descripción de los pasos)

Quedando el modelo de la forma siguiente, en el paso 4:

$$x + y + z = 52$$

$$\frac{1}{2}x - y + z = 0$$

$$y - z = 10$$

Para el paso 5 se propone Cramer:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \text{ y su determinante es } \det(A) = 0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

Luego para encontrar los costos:

$$x = \frac{\det \begin{bmatrix} 52 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 10 & 1 & -1 \end{bmatrix}}{\det(A)} = 20$$

$$y = \frac{\det \begin{bmatrix} 1 & 52 & 1 \\ \frac{1}{2} & 0 & 1 \\ 0 & 10 & -1 \end{bmatrix}}{\det(A)} = 21z = \frac{\det \begin{bmatrix} 1 & 1 & 52 \\ \frac{1}{2} & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 10 \end{bmatrix}}{\det(A)} = 11$$

En el paso 6 el estudiante debe comprobar y analizar los valores en la solución

Comprueba

$$20 + 21 + 11 = 52$$

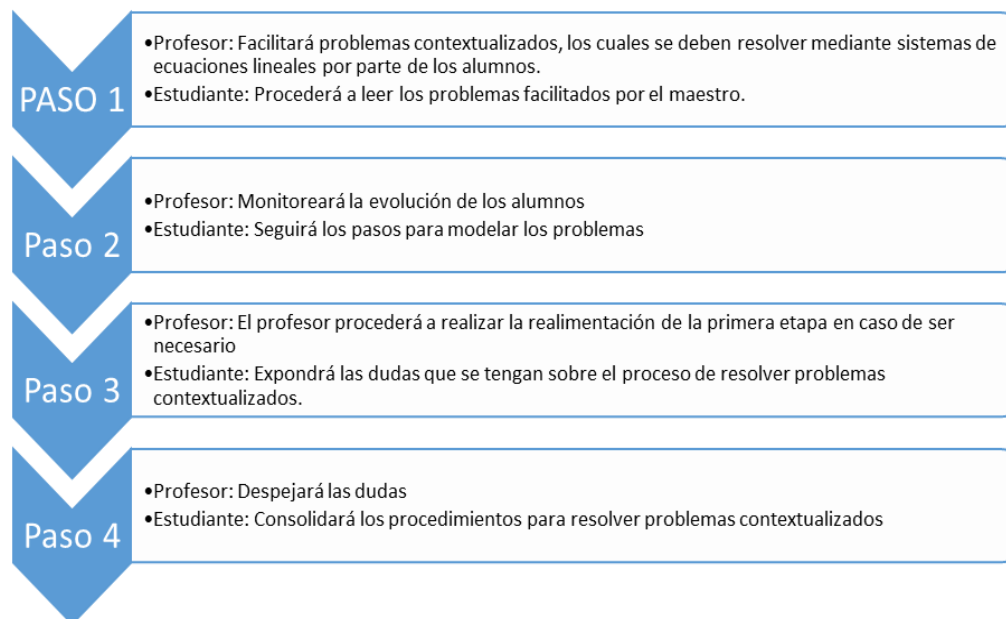
$$\frac{1}{2} * 20 - 21 + 11 = 0$$

$$21 - 11 = 10$$

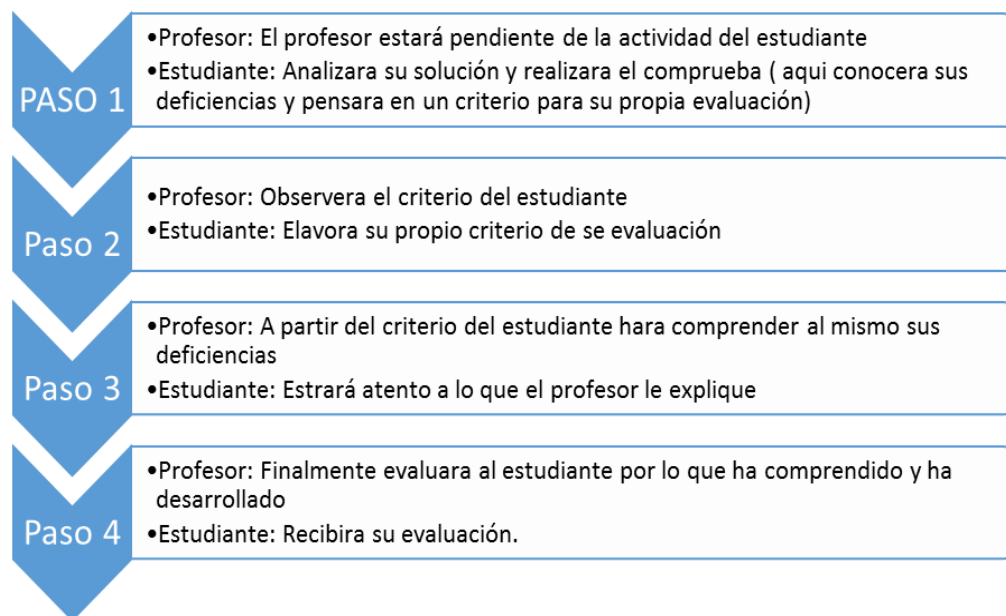
Además, la solución tiene sentido porque el costo de un producto siempre es positivo por tanto, la solución esta correcta y la respuesta que necesita el ingeniero es: El costo de producir un zapato por proceso es 20 \$ por el corte del material, 21 \$ por el ensamblaje de la parte superior y 11 \$ el monte sobre la suela.

En las otras etapas el profesor debe orientar otros problemas.

Etapa 2 Desarrollo y Práctica del Procedimiento



### Etapa 2: Desarrollo y Práctica del Procedimiento (descripción de los pasos)



### Etapa 3: Autoevaluación y Evaluación (descripción de los pasos)

## DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Los investigadores (Mariño & Primorac, 2016) resaltan lo expuesto en Dorfman & Thayer (1997), sobre los requisitos que debe cumplir una metodología:

i) está documentada: su procedimiento de uso está contenido en un documento o manual de usuario.

ii) es repetible: su aplicación siempre es la misma.

iii) es enseñable: los procedimientos descritos tienen un nivel suficientemente detallado y existen ejemplos para que personal cualificado pueda ser instruido en la misma.

iv) está basada en técnicas probadas: implementa procedimientos fundamentales probados u otras metodologías más simples,

v) ha sido validada: ha funcionado correctamente en un gran número de aplicaciones.

vi) es apropiada al problema que se debe resolver.

Los autores con respecto a estos incisos podemos decir sobre el i) que este artículo mismo es un documento que la respalda. Su aplicación es repetible ii) pues se ha utilizado durante el curso 2018-2019 y 2019-2020 en la carrera de Ingeniería Industrial de la universidad de Holguín, Cuba. En el trascurso de favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidad de modelar problemas de ecuaciones lineales contextualizado, ha sido enseñada a otros profesores de la institución, satisfaciendo iii). Con respecto a los incisos iv) y v) la metodología tiene sus fundamentos didácticos, además durante su aplicación se validó utilizando el criterio de experto, con el método 2-tuplas (Domínguez, 2013) (Véliz, 2014); esto es novedoso ya que este método es utilizado en análisis de criterio de experto en la ingeniería de software, pero nunca se había aplicado a investigaciones de carácter educación matemática. En los que respeta al inciso vi) ha beneficiado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidad modelar.

## CONCLUSIONES

La metodología propuesta de la forma que se ha expuesto permite mostrar cómo se combina el aprendizaje tradicional con el aprendizaje basado en problemas. Además, en la carrera de ingeniería de la universidad de Holguín, ha tenido aceptación la metodología propuesta y que la forma de trabajo constituye una alternativa valiosa favoreciendo el método tradicional de aprendizaje. Por lo que se concluye:

El estudiante toma un rol activo durante el progreso de su enseñanza, debido a que es quien busca el aprendizaje, que demanda el proceso de resolver el problema contextualizado planteado. Y por otra parte es un método que resulta factible para la mayor parte del contenido de la asignatura de Matemática I.

Las ventajas de la metodología propuesta se reconocen porque aumenta la capacidad de autoaprendizaje y capacidad crítica del estudiante al momento de analizar la información que ofrece la búsqueda de solución al problema.



Los profesores sienten elementos de protagonismo gracias a la labor de facilitador del aprendizaje del estudiante. El hecho que estudiante sienta más libertad e individualidad permite ver al profesor la capacidad y los dones del estudiante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar, T. (2017). Propuesta metodológica para desarrollar la habilidad modelar desde los sistemas de ecuaciones lineales en la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Uleam: Tesis de Maestría. Universidad de Holguín.
- Arias-Gundín, O., Fidalgo, R., & Nicasio García, J. (2008). El desarrollo de las competencias transversales en Magisterio mediante el aprendizaje basado en problemas y el método de caso. *Revista de Investigación Educativa*, 431-444. <https://revistas.um.es/rie/article/view/94011>.
- Fabregas, M. & Vidal R. (2013) Principios metodológicos para trabajar la didáctica de las matemáticas en los grados de educación primaria de la UIC." *Historia y Comunicación Social*, Vol.18 N° Especial Noviembre., 63-74. Universidad Complutense de Madrid <http://www.ucm.es/BUCM/revistas/portal/modulos.php>
- Domínguez, R. R. (2013). Uso de preferencias lingüísticas comparativas en toma de decisiones bajo incertidumbre. Tesis de doctorado. Universidad de Jaén.
- Escamilla de los Santos, J. (2005). Selección y uso de Tecnología Educativa. México: Editorial Trillas. Universidad Virtual.
- Ginoris Quesada, O., Addine Fernández, F., & Turcaz Millan, J. (2006). Didáctica General. La Habana: Material Básico de la Maestría en Educación del Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.
- Jiménez, C. (2017). Formación en la atención a la discapacidad: metodologías activas y aprendizaje basado en problemas. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, N°1 - Monográfico 3, 163-172. <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349853537017.pdf>
- Mariño, S. I., & Primorac, C. R. (2016). Proposed methodology for developing supervised artificial neural networks models. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*. ISSN: 2386-4303, 231-245.
- MES. (2018). Plan de Estudio E de Ingeniería Industrial. Universidad de Holguín.
- Molina Ortiz, J., García González, A., Pedraz Marcos, A., & Antón Nardiz, V. (2003). Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*. Vol 3. N.º2, 79-85. <https://revistas.um.es/redu/article/view/10191>
- Santana, M. S. (2007). La enseñanza de las matemáticas y las NTIC. una estrategia de formación permanente. España: Universitat Rovira I Virgili .
- Tapia, S. C. (2009). ¿Conductismo vs. Constructivismo? Un falso enfrentamiento. Sucre - Bolivia: Disponible <https://reddolac.org/profiles/blogs/conductismo-vs-constructivismo>.
- Véliz, Y. Z. (2014). Modelos de evaluación de la importancia del impacto ambiental en contextos complejos bajo incertidumbre. Tesis de Doctorado. Universidad de Granada.