

Vera Tamara Cerón-Estrada<sup>1</sup>

E-mail: [tamaraestrada934@gmail.com](mailto:tamaraestrada934@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3855-7757>

<sup>1</sup> Universidad Pablo Latapí Sarre. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cerón-Estrada, V. T. (2023). La resolución de ecuaciones cuadráticas en estudiantes de telesecundaria en México. *Revista UGC*, 1(1), 47-55.

## RESUMEN

El Álgebra, agiliza con mayor demanda la mente porque es la antesala para la matemática avanzada; el lenguaje simbólico desarrolla el pensamiento abstracto, aquel que se vale de las creaciones mentales que proyectan las soluciones a las que se pueden llegar. En este tenor, los obstáculos que presentan los estudiantes de Telesecundaria en la asignatura de Matemáticas tienen lugar al momento de resolver ecuaciones de segundo grado mediante fórmula general. Por ello que el objetivo de este ensayo es analizar las principales causas de la problemática antes mencionada, para esto se llevó a cabo una revisión en diversas tesis, tesinas, informes de investigación y libros, siendo el método de análisis documental y la técnica de análisis de contenido los recursos idóneos para la sistematización de los mismos. Entre los hallazgos se encuentra que el origen de las problemáticas al resolver ecuaciones de segundo grado consta de un proceso complejo en el que convergen gran cantidad de factores que hacen del mismo, un tema que pone en evidencia lo sorprendente y vasto que es el Álgebra; es así como se distingue: la supresión de signos de agrupación, signos y valores numéricos, errores al trasladar lenguaje común a lenguaje algebraico, entre otros.

**Palabras clave:**

Ecuaciones de segundo grado, errores, fórmula general, Álgebra.

## ABSTRACT

Algebra speeds up the mind with greater demand because it is the prelude to advanced mathematics; symbolic language develops abstract thought, the one that uses mental creations that project the solutions that can be reached. In this sense, the obstacles that Telesecundaria students present in the Mathematics subject occur when solving second degree equations using the general formula. Therefore, the objective of this essay is to analyze the main causes of the aforementioned problem, for this a review was carried out in various theses, dissertations, research reports and books, being the method of documentary analysis and the analysis technique of content the suitable resources for the systematization of the same. Among the findings is that the origin of the problems when solving quadratic equations consists of a complex process in which a large number of factors converge that make it a topic that highlights how surprising and vast Algebra is; This is how it is distinguished: the suppression of grouping signs, signs and numerical values, errors when translating common language into algebraic language, among others.

**Keywords:**

Quadratic equations, errors, general formula, Algebra.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace ya varios años, la aplicación de pruebas estandarizadas que buscan evaluar la apropiación de los conocimientos entre los estudiantes principalmente en las áreas de lenguaje y comunicación, y pensamiento lógico matemático ha tenido un apogeo a nivel nacional e internacional. En el caso de México el examen del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés), es uno de los más importantes, el cual arroja un balance general y el respectivo comparativo correspondiente a la situación de los demás países que también participan.

De acuerdo con los resultados del 2018, los estudiantes mexicanos obtuvieron un puntaje por debajo de la media y solo alrededor del 1% es capaz de **“modelar situaciones complejas matemáticamente”** (Salinas et al., 2019) lo que los hace menos cualificados que sus homólogos en otros países; lo anterior partiendo de las calificaciones alcanzadas en contenidos relacionados con problemas de cantidad, espacio y forma, cambio y relaciones y probabilidad.

El impacto que puede tener esta problemática es muy variado, en el Informe PISA 2003 emitido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2004), se revela que los alumnos mexicanos al igual que los franceses, italianos, japoneses, coreanos, españoles y turcos manifiestan inseguridad, preocupación y estrés cuando se enfrentan a problemas matemáticos complejos, sentimientos que dan pauta al surgimiento del término ansiedad matemática mismo que reconoce la investigadora del Observatorio del Tecnológico de Monterrey, García-Bullé (2021), quien además lo define como **“la falta de confianza del estudiante en sus habilidades para aprender matemáticas y resolver problemas de esta materia”**; está repercute negativamente en sus calificaciones y en un escenario muy extremo puede llegar hasta la deserción escolar.

La asignatura de Matemáticas forma parte del mapa curricular de la formación académica desde preescolar hasta secundaria, esto está firmemente asentado en los Aprendizajes Clave para la educación integral, Plan y programas de estudio para la educación básica (México. Secretaría de Educación Pública, 2017) de modo que, los contenidos van aumentando la gradualidad de dificultad a medida que se avance de ciclo escolar. El aprendizaje de las matemáticas es, por tanto, elemental a lo largo de la formación de cada individuo; si bien la aritmética es el pilar angular que sostiene gran parte de esta ciencia, el Álgebra viene implícita en el proceso y concretamente es hasta el nivel secundaria que los estudiantes se comienzan a familiarizar con ella.

Atendiendo las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget (1991), es de esperarse que aquellas personas que pasen de los 12 años, se encuentran en el estadio de operaciones formales, esto quiere decir que las estructuras que

se van formulando son más complejas y su pensamiento pasa a ser más reflexivo a tal grado que pueden generar ideas para resolver problemas de mayor dificultad como lo son las ecuaciones (Cherly et al., 1998; Ochoviet & Oktaç, 2011; Medrano et al., 2022).

Por lo anterior, podría esperarse que el alumnado fuera capaz de explotar su pensamiento matemático para que así construyeran y se apropiaran del aprendizaje en situaciones más significativas que, dicho de otra manera, **“fomenta el desarrollo del razonamiento lógico, además de desarrollar la creatividad y la imaginación”**. (López, 2019)

La presente investigación surge de la observación de estas problemáticas en el contexto escolar de los alumnos de nivel secundaria, específicamente en el subsistema de Telesecundaria; con el objeto de analizar el origen de los errores al resolver ecuaciones de segundo grado. En el desarrollo de este ensayo, se define al error, las ecuaciones y la clasificación de los mismos, además de cómo es que el proyecto curricular que está por entrar en vigor el próximo ciclo escolar influye en la solución de este problema.

## METODOLOGÍA

Para la elaboración de este ensayo se desarrolló un estudio de revisión sistematizado el método de investigación de análisis documental permite retomar las investigaciones existentes relacionadas con el tema a desarrollar ya sea directa o indirectamente, aportando así información necesaria para comprender la realidad del entorno próximo.

Este método junto con la técnica de análisis de contenidos facilitó la selección, organización y análisis de diversas tesis, tesinas, informes de investigación y libros recuperados de internet con ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. De esta manera, este trabajo, brindara a las personas que lo consulten, las herramientas necesarias para identificar los tipos de errores que pudieran estar presenciado o de los que incluso fueran partícipes.

## DESARROLLO

**Para la Matemática educativa, es importante determinar el grado de dominio que tienen los estudiantes respecto a un tema en cuestión, porque como respuesta se pueden precisar las principales dificultades que presentan al resolver problemas.**

En secundaria, uno de los contenidos que se abordan en la asignatura de Matemáticas son las ecuaciones, mismas que desde el primer grado se tienen acercamientos para convertir el lenguaje común al algebraico.

Para poder entender la problemática, primero que nada, es necesario conocer qué es una ecuación, según Baldor (2001), se trata de una igualdad en la existen uno o más valores desconocidos, y esta puede ser sujeto de

comprobación; por su parte, Morales (2017) sostiene que *“es el sistema de signos completamente simbólico que utiliza las matemáticas para expresar informaciones y operar sobre ellas con precisión y rigor a través de unas reglas y una lógica interna particulares, caracterizado por la generalización que le da el uso de la letra y por el significado que asume el signo”*.

Mientras que en la enciclopedia matemática Wolfram MathWorld retomada en Arcavi et al. (2017), y citado por Fernández & Molina (2018), *“es una declaración matemática que afirma que dos o más cantidades son las mismas unas que otras, también llamadas igualdad, fórmula o identidad”*. En tanto para Tossavainen et al. (2011), citado en Fernández & Molina (2018), *“es una afirmación matemática, dada en símbolos, que dice que dos objetos compatibles son los mismos o equivalentes”*.

En resumen, todos los autores convergen en que existe una paridad entre lo que se encuentra antes y después del signo, es así que para cerciorarse es necesario hacer una comprobación.

En lo que se refiera específicamente a las ecuaciones de segundo grado o ecuaciones cuadráticas son todas aquellas que, de acuerdo con Baldor (2001), *“una vez simplificada, el mayor exponente de la incógnita es 2”*. Para hallar la solución de las mismas, es necesario sustituir los valores en la fórmula general. Este tipo de ecuaciones son las que representan mayor complejidad entre los educandos pues son en ellas en donde cometen mayor número de errores.

Sobre este tema, Popper (1979), citado en Cervantes & Martínez (2007), enfatizan que los errores son *“defectos o averías que se producen durante el proceso de construcción del conocimiento o del desarrollo de las estructuras cognitivas, y son elementos usuales en el camino hacia el verdadero conocimiento, ya que al tratar de superarlos se pone en juego el ejercicio de la autocritica, el sometimiento a prueba del conocimiento adquirido en diversos contextos y las diversas aproximaciones a la realidad construidas por el individuo”*.

Mientras que a juicio de Brousseau (1986), citado en Olmedo et al. (2015), el error puede radicar en los conocimientos previos que se emplean inadecuadamente, esto aunado a la posible incertidumbre, pasa a ser un obstáculo; en cambio, Kilpatrick et al. (1995), contextualizan el término desde un caso cotidiano, pues a decir de él, al desacertar una respuesta en un planteamiento matemático esta pasa a ser errónea, por lo tanto, se le conoce como error a la solución concebida.

Las concepciones anteriores coinciden en cierta medida con Henostroza (1997), citado en Lucchini et al. (2006), quienes sostienen que los errores emanan tras *“considerar como verdaderos, conceptos y/o procedimientos deficientemente desarrollados, que incluyen ideas contradictorias o interpretaciones y justificaciones falsas”*.

Ahora bien, después de una búsqueda exhaustiva, se puede decir que el error se puede clasificar en seis tipos diferentes, de acuerdo a la naturaleza de mismo. El primero de ellos, el error de codificación en donde las dificultades comienzan desde que los estudiantes deben de trasladar el lenguaje común al lenguaje algebraico, pues les es muy complicado sino no es que hasta imposible utilizar incógnitas, exponentes, y símbolos, es como si para ellos, Matemáticas solo fuera Aritmética. Gavilán (2011), considera que estos errores de codificación son más que comunes y apenas el principio del problema *“no saben escribir ni resolver las ecuaciones que reflejan las relaciones entre los datos y la incógnita... el lenguaje algebraico es preciso, obedece a unas reglas exactas y carece de significado si no se interpretan rigurosamente sus símbolos”*.

Los errores relativos al mal uso de la sustitución numérica, siguiendo con Morales (2017), quien también hace un acercamiento a aquellos valores que en ningún momento antes se habían tratado dentro de la ecuación por lo tanto no tienen razón de ser en el desarrollo de la misma; errores relativos a ignorar, omitir o agregar la letra, en donde esta última hace referencia a la incógnita, es añadida o anulada en cualquier punto de la ecuación esto principalmente porque por lo general no saben cómo manejarla a medida que se hace el desarrollo; errores relativos a cálculos numéricos, en donde a medida que van desarrollando la ecuación, poco a poco la reducción de términos semejantes demanda que se realicen algunas operaciones, sin embargo, el alumnado comete errores al sumar, restar, dividir, multiplicar, elevar a alguna potencia o sacar raíz; que a decir de Morales (2017), estos errores son relativos a cálculos numéricos esto quiere decir que se erra al momento de ejecutar las operaciones, mismo del que hablan Gómez & Lamothe (2009).

En cuanto a los errores de truncamiento, Cervantes & Martínez (2007), reconocen la omisión de algún componente de las fórmulas como un error de truncamiento, como consecuencia a partir de que se comete esta falta lo subsecuente estará mal; y por último, los errores por asociaciones o inferencias incorrectas, retomando a Olmedo et al. (2015), quienes consideran que la inferencia o asociación con ejercicios semejantes no siempre ayuda a encontrar el resultado pues generalizan los procesos y pasan por alto alguna o algunas particularidades.

Aquí que, una vez identificada la clasificación de los errores al resolver ecuaciones de segundo grado es oportuno, analizar e identificar ¿cómo es que los nuevos planes de estudio pueden contribuir a reducir y el en panorama más favorable, solucionar la problemática?

En primer lugar, es necesario identificar que, dentro del fundamento curricular, se presentan los elementos que fundamentan la propuesta en cuanto a la noción de aprendizaje y comunidad como pilares que sustentan la estructura formal del currículo.

- La comunidad como núcleo de los procesos educativos: Este plan de estudios coloca a la comunidad como el espacio social, cultural, político, productivo y simbólico en el que se inscribe la escuela entendida como el núcleo de las relaciones pedagógicas, así como de los procesos de enseñanza y aprendizaje, para que las y los estudiantes desarrollen al máximo todas sus potencialidades y capacidades en el seno de una comunidad a la que sirven y que les sirve.
- El aprendizaje como experiencia formativa: En este Plan de Estudios se plantea un currículo integrado en donde los contenidos de las disciplinas se relacionan con ejes de articulación que vinculan el saber y el conocimiento con situaciones de la realidad, todo ello organizado en cuatro campos de formación.

Estos campos abarcan el proceso formativo desde la educación inicial a la educación secundaria a partir de fases de aprendizaje que deben estar en sintonía con los procesos de desarrollo y constitución subjetiva de niñas, niños y adolescentes en su diversidad. Contemplando procesos de larga duración y heterogéneas experiencias de vida, no pueden reducirse a los límites de la organización escolar habitual ligada fuertemente al solo criterio de las edades cronológicas de los sujetos.

- La evaluación de los aprendizajes: Esta idea se basa en la fragmentación del conocimiento cuando se agrupan conceptos, teorías y métodos en unidades de información incorporadas en objetivos de aprendizaje, competencias o aprendizajes clave, que se utilizan de referente para establecer una graduación y jerarquización por niveles y grados, y sirven de evidencias “objetivas” que permiten que el nivel de cumplimiento de una tarea, ejercicio o trabajo de sus estudiantes tengan su equivalente en una escala de medición con expresión numérica.

Es así como la nueva propuesta en educación básica, invita a los docentes a desarrollar estrategias didácticas que contemplen elementos del entorno inmediato de los estudiantes para que de esta manera los aprendizajes sean más significativos y permeen con mayor facilidad a futuro.

Otros de los elementos destacables dentro del proyecto curricular son los objetivos y el perfil de egreso: el primero, proporciona los elementos centrales para el trabajo docente, por lo que concreta para esta fase tanto los contenidos que se abordarán, como los procesos de desarrollo de aprendizajes para la consecución de los rasgos del perfil de egreso, de manera que las maestras y maestros que impartan encuentren insumos y herramientas para diseñar y poner en marcha actividades didácticas pertinentes y relevantes para las niñas y niños; mientras que el segundo mira al futuro pues plantea que las y los estudiantes al término de su educación básica deben:

- I. Reconocen que son ciudadanas y ciudadanos que pueden ejercer su derecho a una vida digna, a decidir sobre su cuerpo, a construir su identidad personal y colectiva, así como a vivir con bienestar y buen trato,

en un marco de libertades y responsabilidades con respecto a ellas mismas y ellos mismos, así como con su comunidad.

- II. Viven, reconocen y valoran la diversidad étnica, cultural, lingüística, sexual, política, social y de género del país como rasgos que caracterizan a la nación mexicana.
- III. Reconocen que mujeres y hombres son personas que gozan de los mismos derechos, con capacidad de acción, autonomía, decisión para vivir una vida digna, libre de violencia y discriminación.
- IV. Valoran sus potencialidades cognitivas, físicas y afectivas a partir de las cuales pueden mejorar sus capacidades personales y de la comunidad durante las distintas etapas de su vida.
- V. Desarrollan una forma de pensar propia que emplean para analizar y hacer juicios argumentados sobre su realidad familiar, escolar, comunitaria, nacional y mundial; conscientes de la importancia que tiene la presencia de otras personas en su vida y la urgencia de oponerse a cualquier tipo de injusticia, discriminación, racismo o clasismo en cualquier ámbito de su vida.
- VI. Se perciben a sí mismas y a sí mismos como parte de la naturaleza, conscientes del momento que viven en su ciclo de vida y la importancia de entender que el medio ambiente y su vida personal son parte de la misma trama, por lo que entienden la prioridad de relacionar el cuidado de su alimentación, su salud física, mental, sexual y reproductiva con la salud planetaria desde una visión sustentable y compatible.
- VII. Interpretan fenómenos, hechos y situaciones históricas, culturales, naturales y sociales a partir de temas diversos e indagan para explicarlos con base en razonamientos científicos y saberes comunitarios, de tal manera que les permitan consolidar su autonomía para plantear y resolver problemas complejos considerando el contexto.
- VIII. Interactúan en procesos de diálogo con respeto y aprecio a la diversidad de capacidades, características, condiciones, necesidades, intereses y visiones al trabajar de manera cooperativa. Son capaces de aprender a su ritmo y respetar el de las demás personas, adquieren nuevas capacidades, construyen nuevas relaciones y asumen roles distintos en un proceso de constante cambio para emprender proyectos personales y colectivos dentro de un mundo en rápida transformación.
- IX. Intercambian ideas, cosmovisiones y perspectivas mediante distintos lenguajes, con el fin de establecer acuerdos en los que se respeten las ideas propias y las de otras y otros. Dominan habilidades de comunicación básica tanto en su lengua materna como en otras lenguas. Aprovechan los recursos y medios de la cultura digital, de manera ética y responsable para comunicarse, así como obtener información, seleccionarla, organizarla, analizarla y evaluarla.

- X. Desarrollan el pensamiento crítico que les permita valorar los conocimientos y saberes de las ciencias y humanidades, reconociendo la importancia que tienen la historia y la cultura para examinar críticamente sus propias ideas y el valor de los puntos de vista de las y los demás como elementos centrales para proponer transformaciones en su comunidad desde una perspectiva solidaria.

Estos diez rasgos del perfil de egreso hacen que en su conjunto, el estudiantado se desarrolle integralmente, explorando así sus capacidades, habilidades, actitudes y aptitudes mismas que le permitirán tener un mayor dominio de los contenidos que se contemplan en todas las áreas del conocimiento, ahora también llamadas disciplinas, que se abordan en el mapa curricular de la fase 6 del aprendizaje (primero, segundo y tercer grado de educación secundaria), teniendo como resultado una concordancia con el desarrollo de aprendizaje en su complejidad y especificidad.

En el caso de la educación secundaria, el campo formativo de Saberes y Pensamiento Científico contempla para Matemáticas 200 periodos lectivos anuales, esto quiere decir que a la semana son 5 horas los que los educandos tienen oportunidad de trabajar con esta disciplina, no importando el grado escolar del que se trate (Figura 1).

FASE 6: SECUNDARIA. JORNADA REGULAR							
CAMPOS FORMATIVOS	ESPECIALISTA	PERIODOS LECTIVOS ANUALES POR GRADO			PERIODOS LECTIVOS SEMANALES POR GRADO		
		Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero
Lenguajes	Docente de Español	200	200	200	5	5	5
	Docente de Inglés	120	120	120	3	3	3
	Docente de Artes	120	120	120	3	3	3
Saberes y Pensamiento Científico	Docente de Matemáticas	200	200	200	5	5	5
	Docente de Biología	80	80	80	2	2	2
	Docente de Física	80	80	80	2	2	2
	Docente de Química	80	80	80	2	2	2
Ética, Naturaleza y Sociedades	Docente de Geografía	80	80	80	2	2	2
	Docente de Historia	120	120	120	3	3	3
	Docente de Formación Cívica y Ética	120	120	120	3	3	3
De lo Humano y lo Comunitario	Docente de Tecnología*	80	80	80	2	2	2
	Docente de Educación Física	80	80	80	2	2	2
	Docente de Educación Socioemocional/Tutoría	40	40	40	1	1	1
<b>Total</b>		<b>1400</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

Figura 1. Periodos lectivos, fase 6 secundaria.

En cuanto a la horizontalidad que da cuenta de la relación que existe entre las ahora llamadas disciplinas (antes asignaturas) y grados, son los Procesos de Desarrollo de Aprendizaje (PDA) que parten de un contenido común, pero a medida que el alumnado avanza de grado escolar la gradualidad del mismo va el aumento, esto a la par de su desarrollo cognitivo. Con relación a la problemática antes descrita estos son los contenidos y su respectivo PDA por grado que se le relacionan y dan cuenta de la correlación que existe entre cada uno de ellos (Figura 2).

Contenido	Procesos de desarrollo de aprendizaje		
	1er grado	2do grado	3er grado
<b>Matemáticas</b>			
Introducción al álgebra.	Interpreta y plantea diversas situaciones del lenguaje común al lenguaje algebraico y viceversa.  Representa algebraicamente perímetros de figuras.	Representa algebraicamente áreas que generan una expresión cuadrática.  Identifica y usa las propiedades de los exponentes al resolver distintas operaciones algebraicas.	Representa algebraicamente áreas y volúmenes de cuerpos geométricos y calcula el valor de una variable en función de las otras.
Ecuaciones lineales y cuadráticas.	Resuelve ecuaciones de la forma $Ax=B$ , $Ax+B=C$ , $Ax+B=Cx+D$ con el uso de las propiedades de la igualdad.  Modela y resuelve problemas cuyo planteamiento es una ecuación lineal.  Resuelve problemas de porcentajes en diversas situaciones.	Resuelve desigualdades con expresiones algebraicas.  Modela y soluciona sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas por algún método para dar respuesta a un problema.	Resuelve ecuaciones de la forma $Ax^2+Bx+C=0$ por factorización y fórmula general.  Resuelve problemas cuyo planteamiento es una ecuación cuadrática.

Figura 2. Contenidos y PDA de Matemáticas fase 6.

Si bien como parte del programa sintético (México. Secretaría de Educación Pública, 2022) se sugieren los temas que pudieran tener mayor relevancia y trascendencia entre el alumnado, el nuevo proyecto curricular da apertura hacia un codiseño de los programas de estudio analíticos a cargo de las maestras y los maestros. Este proceso de formación-apropiación será permanente, toda vez que se asume que la contextualización de los contenidos es una tarea continúa debido a la necesidad constante de actualización, ya sea por los avances en los campos de conocimiento y la didáctica como por los escenarios de diversidad que caracterizan el territorio nacional. El proceso de actualización de contenidos no elude su carácter normativo en tanto programa sintético, pero en ese marco es preciso transitar a una visión flexible y realista sobre la toma de decisiones de las maestras y los maestros respecto a lo que se enseña en la escuela. Lo nacional tiene que reposicionarse como el espacio de lo común desde la diversidad que caracteriza a un país como México, y evitar visiones sobre el currículo nacional que sean homogeneizantes, centralizadas y poco pertinentes. Gracias a esta flexibilidad, es que se podrían profundizar los contenidos de Álgebra.

En lo referente a la evaluación, esta propone poner en evidencia el trayecto recorrido y el que falta por andar, con el fin de emitir una valoración pertinente siempre provisional. Con esto se hace hincapié en que la evaluación de los aprendizajes y la acreditación de dichos aprendizajes responden a dos momentos diferentes.

El primer momento responde a una evaluación formativa que se centra en el seguimiento que realicen las profesoras y profesores del proceso de aprendizaje de las y los estudiantes, esto es, del desarrollo de éstos en diferentes contextos y experiencias que conciernen a su vida cotidiana. Un aspecto central de la evaluación formativa es trabajar con el error de las y los estudiantes en una estrategia didáctica para interpretar el sentido del error y acordar una estrategia de acción.

El segundo momento es la acreditación, que tiene como función sustentar el otorgamiento tanto de calificaciones como de certificados de acuerdo con el juicio que hagan maestras y maestros de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como de las condiciones en que las y los estudiantes hayan avanzado en éste.

Este juicio no se elabora sumando las actividades y asistencias de las y los estudiantes ni sacando promedios al final, ya que esta lógica poco recupera de las especificidades y condiciones tanto de la enseñanza como del aprendizaje del proceso formativo en donde se sitúa la evaluación formativa. La calificación se construye con la interpretación que las y los docentes y, en su caso, las y los estudiantes puedan hacer de una serie de evidencias que se logran materializar en exámenes, entrega de trabajos, tareas que se solicitan, cuestiones que incluso se pueden agrupar en un portafolio de evidencias para determinar la asignación de un número/calificación que requiere el sistema educativo. La función de esta calificación es un acto que permite determinar la promoción del estudiante, pero no el proceso de aprendizaje obtenido.

Para trabajar la evaluación desde un enfoque formativo, es deseable trabajar del aprendizaje servicio (AS), aprendizaje basado en proyectos (ABP), aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en indignación. Todas estas metodologías de acuerdo a la visión de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) son convenientes porque una vez estando en el aula de clases, es deseable trabajar el aprendizaje activo, entendido por García-Bullé (2021), como una *“estrategia didáctica, se distingue por centrarse en el aprendizaje del alumno e incentivar su participación activa y consciente en el proceso educativo”*; con esto se busca que los estudiantes tengan la oportunidad de indagar, aportar, debatir, resolver problemas y generar conocimiento tanto individual como colectivamente; relacionándolo con la problemática les permitirá desarrollar más su pensamiento crítico y ser más objetivos al momento de resolver ecuaciones.

Siguiendo esa premisa y aunada a la problemática detectada, para Castro et al. (2016), la falta de comprensión de un tema nace del inexistente o poco dominio del componente teórico; caso contrario a cuando hay un conocimiento de tema que permite enlazar ideas y hacer del contenido algo relevante; para ellos, los discentes no tienen dominio de los conceptos básicos que sirven como plataforma para poder interpretar el lenguaje algebraico, y ni hablar de trasladar estas expresiones al lenguaje común o viceversa mucho menos resolver ecuaciones de segundo grado. Aunado a esto, otra vertiente partiendo de Shounfelt (1985), quien afirma que no hay método más eficiente para resolver problemas que la práctica constante.

Parafraseando al Ministerio de Educación de Guatemala (2012), la resolución de problemas es una habilidad para la búsqueda de soluciones respecto a los problemas que se presentan en la vida y ciencias; mientras que para Echenique (2006), se trata de una competencia que evidencia las habilidades y las destrezas que ha desarrollado una persona para enfrentar tanto situaciones que le resulten familiares, como las que no lo son, esto solo es posible si existe una planificación de por medio en donde se contemplen los conocimientos ya adquiridos.

Específicamente, en la asignatura de Matemáticas la resolución de problemas se enfoca en *“dar solución a una situación matemática real o ficticia que tiene cierto nivel de dificultad. La persona que resuelve el problema no puede lograrlo de forma inmediata, para tener éxito debe tener cierto dominio de los conocimientos matemáticos y los procedimientos (algoritmos y estrategias)”*. (Toykin & Bendezú, 2018)

Y que es cuando la praxis desarrolla la habilidad, el problema pasa a ser visto como un ejercicio siguiendo con Echenique (2006), a diferencia del problema, un ejercicio es aquel que no demanda un esfuerzo cognitivo mayor para quien se propone resolverlo, y esto puede deberse a que el individuo ya posee elementos que sirven como

referencia o en su defecto son actividades que una vez dominadas se puede aplicar el mismo accionar en las subsecuentes.

Todavía más, parafraseando a Polya (1965), para resolver un problema, es necesario apegarse a cuatro pasos esenciales: comprenderlo, partiendo de los datos con los que se cuenta, determinando la incógnita y la condición, en caso de existir; concebir un plan, aquí se apuesta a la retrospectiva ya que se busca relacionar el problema planteado con algún otro con el se haya tenido acercamiento anteriormente; ejecutar el plan, se caracteriza por ser muy metódico; y reflexionar sobre la solución obtenida, esta debe de ser factible, verificable y aplicable a problemas de una naturaleza semejante. Por esta razón es aún más inquietante conocer en cuál de estas fases se ve truncado el proceso de resolución de ecuaciones de segundo grado entre los estudiantes.

Por lo que se refiere a la didáctica en las matemáticas es deseable que se dé como lo plantea Houssaye (1988), en su triángulo pedagógico, modelo en que hace énfasis en las fases que tienen el proceso de enseñanza, al inicio el docente es el expertiz y protagonista, dejando en desventaja al estudiante que puede no haber tenido un acercamiento anteriormente con el tema o en su defecto sus conocimientos son limitados y por lo tanto no puede existir dominio alguno de su parte. A medida que el maestro instruye a su pupilo, habrá un despunte en su aprendizaje, que le permitirá saber aquello que desconocía. No en todos los casos se corre con la suerte, por llamarla de una forma, de que se cumpla con estas etapas, es ahí cuando el rezago educativo se hace presente, poniendo en evidente desventaja a los jóvenes respecto a otros de su misma edad.

Todas estas estrategias, técnicas y metodologías convergen con algunas de las prácticas de enseñanza que reconoce el National Council of Teachers of Mathematics (2015) para una educación matemática de alta calidad, citado en Espeleta et al. (2016), *“la enseñanza eficaz de las matemáticas involucra a los estudiantes en tareas de resolución y análisis, las cuales promueven el razonamiento matemático y la resolución de problemas... Para garantizar que los alumnos tengan la oportunidad de comprometerse con un pensamiento de alto nivel, los docentes deben seleccionar e implementar en forma regular tareas que estimulen el razonamiento y la resolución de problemas. Dichas tareas alientan el razonamiento y el acceso a las matemáticas mediante diversas formas de abordar los problemas, que incluyen la utilización de variadas representaciones y herramientas, así como la resolución de problemas a través de diferentes estrategias de solución”*.

## CONCLUSIONES

Una vez analizada la información producto de la investigación, se converge en que la mayoría de los estudiantes de secundaria que presentan problemas al momento

de resolver ecuaciones de segundo grado se les dificulta memorizar fórmulas o algoritmos que impliquen operaciones tanto básicas como de nivel cognitivo superior (Matemática avanzada) y aún más si se trata de trabajarlas a la par con el Álgebra porque esto les crea confusión ya sea por ocupar un lenguaje que incluye números, letras y símbolos o por los procesos a seguir.

Al resolver ecuaciones de ecuaciones de segundo grado inherentemente se echa mano de los conocimientos no solo de Álgebra, sino también de Geometría y Aritmética, siento esta última con la que más tiene relación; si bien en un inicio es problema que los alumnos presenten problemas tan simples como la resolución de operaciones básicas, codificación de lenguaje algebraico, leyes de los signos, jerarquía de operaciones, partes de una ecuación y solución de ecuaciones de primer grado o lineales; las equivocaciones no tienen del todo su origen en la falta de entendimiento de las instrucciones, términos o conceptos matemáticos sino también en la ausencia de la práctica, que como resultado no les permite activar sus conocimientos previos. En pocas palabras, el análisis de los errores con más incidencia entre los adolescentes, demostró que existía una dificultad para procesar y razonar la información contenida en cada uno de los problemas, lo cual se vio evidenciado en el procedimiento que planteaban para darles solución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baldor, A. (2001). Álgebra. Publicaciones Cultural.

Castro, A., Prat, M., & Gorgorió, N. (2016). *Conocimiento conceptual y procedimental en matemáticas: su evolución tras décadas de investigación*. Revista de Educación, 374, 43-68.

Cervantes, G., & Martínez, R. (2007). *Sobre algunos errores comunes en desarrollos algebraicos*. Zona Próxima.

Cherly, J., Gallardo, L., Vaserstein, L., & Wheland, V. (1998). Solving quadratic equations over polynomial rings of characteristic two. Publicacions Matemàtiques, 42(1), 131-142.

Echenique, I. (2006). *Matemáticas: resolución de problemas*. Castuera.

Espeleta, A., Fonseca, A., & Zamora, W. (2016). *Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática*. Universidad de Costa Rica.

Fernández, E., & Molina, M. (2018). *Ejemplos y definiciones de ecuaciones: una ventana hacia el conocimiento conceptual de estudiantes de secundaria*. España: PNA Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática, 12(3), 147-172.

García-Bullé, S. (2021). ¿Qué es el aprendizaje activo? <https://observatorio.tec.mx/edu-news/aprendizaje-activo>

Gavilán Bouzas, P. (2011). Dificultades en el paso de la aritmética al álgebra escolar: ¿puede ayudar el Aprendizaje Cooperativo? *Investigación en la Escuela*, (73), 95-108.

Gómez, N., & Lamothe, M. (2009). *El tratamiento de errores en el aprendizaje de procedimientos algebraicos*. EduSol, 9(26), 73-85.

Houssaye, J. (1988). *El triángulo pedagógico*. Lang.

Kilpatrick, J., Gómez, P., & Rico, L. (1995). *Errores en el Aprendizaje de las Matemáticas*. Grupo Editorial Iberoamericana.

López, M. (2019). *El pensamiento matemático*. <http://www.educacion.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2019/02/1er-lugar.pdf>

Lucchini, G., Cuadrado, B., & Tapia, L. (2006). *Los errores y dificultades en el aprendizaje de la matemática de niños y jóvenes estudiantes*. Fundación Educacional Arauco.

Medrano, A., Xolocotzin, U., & Flores-Macías, R. C. (2022). Un análisis de la producción de representaciones al solucionar problemas de álgebra temprana en estudiantes de primaria. *Educación Matemática*, 34(3), 10-41.

México. Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes Clave para la educación integral, Plan y programas de estudio para la educación básica*. SEP. [https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes\\_clave\\_para\\_la\\_educacion\\_integral.pdf](https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf)

México. Secretaría de Educación Pública. (2022). *Plan de Estudios de la Educación Básica 2022*. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública. <https://info-basica.seslp.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/ULTIMA-VERSION-Plan-de-estudios-de-la-educacion-basica-2022-20-6-2022.pdf>

Ministerio de Educación de Guatemala . (2012). *Resolución de problemas con operaciones básicas. Para solucionar acontecimientos de la vida cotidiana*. DIGEDUCA.

Morales, S. (2017). *Errores que presentan estudiantes de undécimo, en el uso del lenguaje algebraico*. (Tesis de licenciatura). Universidad Pedagógica Nacional.

Nieto, N., Viramontes, J., & López, F. (2009). ¿Qué es matemática educativa? CULCyT.

Ochoviet, C., & Oktaç, A. (2011). Algunos aspectos del desarrollo del pensamiento algebraico: el concepto de raíz y de variable en ecuaciones polinómicas de segundo grado Un estudio de casos realizado con estudiantes uruguayos de enseñanza secundaria. *Educación Matemática*, 23(3), 91-121.

- Olmedo, N., Galíndez, M., Peralta, J., & Di Bárbaro, M. (2015). *Errores y concepciones de los alumnos en álgebra*. (Ponencia). XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Chiapas, México.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2004). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana*. Santillana.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de psicología*. Editorial Labor, S.A.
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Salinas, D., De Moraes, C., & Schwabe, M. (2019). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2018 - Resultados*. OCDE. [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_MEX\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf)
- Shounfelt, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Toykin, A., & Bendezú, S. (2018). *Aplicación del método Pólya en la resolución de problemas con ecuaciones de primer y segundo grado, en estudiantes de Ciencias de la Empresa, Derecho y Humanidades de la Universidad Continental 2017*. (Tesis de maestría). Universidad Continental.