



**UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA  
NACIONAL**

AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE:  
UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO  
Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN SEXTO GRADO

MARIANA ANDREA QUEVEDO DELGADO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA  
EDUCACIÓN  
BOGOTÁ, D.C.  
2025

AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE:  
UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO  
Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN SEXTO GRADO

Trabajo de grado de posgrado para optar al título de Magíster en Tecnologías de la  
Información Aplicadas a la Educación

Mariana Andrea Quevedo Delgado  
Licenciada en Matemáticas

Director

---

Jaime Ibáñez Ibáñez  
Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA  
EDUCACIÓN  
BOGOTÁ, D.C.  
2025



A mi familia que siempre creen en mi...

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios que ha permitido la conclusión de esta investigación y ha estado acompañándome en este arduo camino siempre guiando y fortaleciendo mi alma y mente para seguir adelante.

A la Universidad Pedagógica Nacional por ser mi alma máter y formadora de docentes, por permitir otro logro más en mi profesión y brindarme aprendizajes y experiencias que fortalecen mi labor día tras día.

A la comunidad del Colegio San José de Calasanz por brindar el espacio, tiempo, apoyo y colaboración en este proceso investigativo, gracias por entregarme su confianza en mi labor como docente e investigadora.

En especial, gracias a mis queridos estudiantes del Colegio San José de Calasanz por ser fuente de inspiración y creatividad en mi labor docente. Principalmente a mis estudiantes de grado sexto 2025 y sus familias por atreverse a explorar un mundo diferente de las matemáticas, gracias a ustedes se culminó este trabajo.

Gracias a mis compañeros, amigos, docentes y colegas que me han acompañado en este proceso, brindando su tiempo, palabras de aliento, apoyo y dedicación en pro de la culminación y mejora de este trabajo.

Finalmente, gracias a mi familia por su paciencia, apoyo y palabras de ánimo durante este proceso. En especial a mi hermanita ya que, sin tu trabajo y amor, nada de esto hubiera sido posible.

Gracias.



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	8
ANTECEDENTES.....	9
Resolución de Problemas.....	9
Pensamiento Algorítmico.....	16
Resolución de Problemas y Pensamiento Algorítmico.....	18
Resolución de Problemas Matemáticos y Ambientes Virtuales de Aprendizaje.....	20
MARCO TEÓRICO.....	24
Pensamiento Algorítmico.....	24
Comprensión Lectora.....	27
Resolución de problemas.....	30
Representaciones.....	35
Cognición y Metacognición.....	36
Ambientes Virtuales de Aprendizaje.....	38
METODOLOGÍA.....	43
Diseño de la Investigación.....	43
Variables.....	46
Hipótesis.....	46
Instrumentos.....	47
Prueba de Pensamiento Computacional.....	47
Cuestionario de Resolución de Problemas.....	49

Descripción del AVA- Gráficos y Soluciones. Un Camino Visual en Matemáticas.....	51
Descripción de los Participantes .....	55
Implementación de los Instrumentos .....	56
ANÁLISIS .....	58
Análisis previo .....	58
Pensamiento computacional y resolución de problemas .....	59
Habilidades de pensamiento algorítmico .....	63
Habilidades de la resolución de problemas.....	67
DISCUSIÓN.....	68
CONCLUSIONES.....	72
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	74
REFERENCIAS .....	76
ANEXOS .....	86

## TABLAS

Tabla 1. Características de un Ambiente virtual de aprendizaje. ....	40
Tabla 2. Características de los AVA en cada grupo. ....	45
Tabla 3. Habilidades del Test de Pensamiento computacional. ....	48
Tabla 4. Criterios para instrumento de resolución de problemas. ....	50
Tabla 5. Tipos de actividades de acuerdo con cada AVA. ....	52
Tabla 6. Cantidad de estudiantes discriminados por sexo y AVA utilizado. ....	55
Tabla 7. Distribución de la muestra en los grupos de estudio. ....	59
Tabla 8. Asimetría y Curtosis variables dependientes. ....	59
Tabla 9. Prueba de Box. Variables dependientes ....	60
Tabla 10. Prueba de homogeneidad de las pendientes de regresión. ....	60
Tabla 11. Resumen MANCOVA. Resolución de problemas y Pensamiento algorítmico. ..	61
Tabla 12. Pruebas efectos inter-sujetos. Resolución de problemas y pensamiento algorítmico. .....	61
Tabla 13. Prueba Bonferroni. Resolución de problemas y pensamiento algorítmico. ....	62
Tabla 14. Asimetría y Curtosis. Secuenciación y Depuración. ....	64
Tabla 15. Prueba de Box. Variables, secuenciación y depuración. ....	64
Tabla 16. Pruebas efectos Inter sujetos. Secuenciación y depuración. ....	65
Tabla 17. Prueba Bonferroni. Secuenciación y Depuración. ....	66
Tabla 18. Diferencia de medias pre- y pos- prueba de Resolución de problemas. ....	67

## IMÁGENES

Imagen 1. Ruta metodológica.....	43
Imagen 2. Ejemplos de problemas. Prueba de Resolución de problemas. ....	49
Imagen 4. Sección Observa. Representaciones pictóricas AVA. ....	53
Imagen 3. Sección Comprende. Preguntas cognitivas AVA. ....	52
Imagen 5. Sección Organiza. Diagramas de solución AVA.....	54
Imagen 6. Sección Comprensión. Preguntas metacognitivas. ....	55

## ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado..... 86

Anexo 2. Pruebas de resolución de problemas. .... 87

## INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas matemáticos es una habilidad matemática que se destaca entre las demás ya que, según Schoenfeld (1985), integra otras habilidades matemáticas como: el razonamiento, comunicación, modelación, argumentación, ejercitación y comparación de procedimientos (NCTM, 2000; MEN, 1998). Por otro lado, el pensamiento algorítmico, propio de las habilidades computacionales, comparte algunos de los componentes de la resolución de problemas como lo son abstraer, modelar, descomponer, (NCTM, 2000; MEN, 1998) interpretar, analizar y planificar (Wing, 2006; Navarro & Soussa, 2023). Esto conduce a desarrollar la presente investigación la cual busca identificar como algunos factores involucrados en la resolución de problemas como: la comprensión lectora, el manejo de diferentes representaciones para interpretar enunciados, el uso de esquemas que describen el paso a paso para obtener la solución a los problemas matemáticos, y las preguntas metacognitivas; pueden influir en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas.

Además, considerando el uso de la tecnología en la educación y la implementación a nivel mundial de estrategias que fomenten una cultura y aprendizaje computacional, se propone el desarrollo de un Ambiente Virtual de Aprendizaje [AVA] con el fin de trabajar algunos de los componentes comunes del pensamiento algorítmico y la resolución de problemas en el aula de matemáticas y evaluar su impacto en estas dos habilidades.

En el presente documento se describe inicialmente el Planteamiento del problema que suscita la investigación, en donde investigadores como Bacelo & Gómez-Chacón (2023), Jonsson, Norqvist, Liljekvist & Lithner (2014), Lehmann (2023) comprueban la relación existente entre pensamiento algorítmico y resolución de problemas. En seguida se describen

los Antecedentes que se tienen en cuenta para el desarrollo del estudio, determinados a partir de las habilidades de pensamiento algorítmico y la resolución de problemas y los factores a evaluar: la comprensión lectora, el manejo de diferentes representaciones para interpretar los enunciados matemáticos y la metacognición; adicionando las propuestas investigativas que involucran los AVA con las dos habilidades a trabajar. Esta sección se finaliza con el planteamiento de los Objetivos de la investigación.

La segunda parte del documento presenta el Marco teórico y la Metodología. En el primero se describen y conceptualizan los conceptos/habilidades que orientan la investigación: el pensamiento algorítmico, la comprensión lectora, la resolución de problemas, la cognición y metacognición, y los Ambientes virtuales de aprendizaje [AVA].

En la Metodología se describe el proceso desarrollado en la investigación, su diseño, variables usadas, hipótesis e instrumentos utilizados; además se realiza la descripción de los participantes y de la implementación ejecutada con los instrumentos.

Finalmente, la tercera parte del documento comienza con el Análisis, en donde se realiza un análisis multivariado de covarianza [MANCOVA] considerando una variable independiente, el AVA, y dos variables dependientes, correspondientes a las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas. A continuación, se realiza la Discusión teniendo en cuenta el análisis y los estudios previamente realizados, enseguida se describen las Conclusiones donde se evidencia que el AVA propuesto impacta en las variables dependientes consideradas, validando la hipótesis del estudio. Por último, se presentan los Alcances y limitaciones del estudio realizado, en donde se aportan algunas sugerencias con el fin de seguir contribuyendo a las habilidades matemáticas a partir del desarrollo de recursos tecnológicos y su asociación con habilidades computacionales.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el campo de la educación matemática la habilidad para resolver problemas destaca sobre las demás habilidades matemáticas como el razonamiento, comunicación, modelación, argumentación, ejercitación y comparación de procedimientos (NCTM, 2000; MEN, 1998) ya que según Schoenfeld (1985) es capaz de integrarlas y potenciarlas. Por otro lado, la resolución de problemas esta teóricamente relacionada con el pensamiento algorítmico, el cual permite establecer una estrategia (ruta o camino) para solucionar un problema matemático (Pinzón-Pérez & González-Palacio, 2022) desarrollando habilidades cognitivas como descomposición (descomponer un problema en sub problemas), abstracción (la habilidad de representación mental de una estructura, proceso, relación o concepto) y algoritmización (capacidad de estructurar la solución mediante unos pasos ordenados), utilizadas a la hora de resolver un problema matemático.

Expertos como Bacelo & Gómez-Chacón (2023), Jonsson, Norqvist, Liljekvist & Lithner (2014) y Lehmann (2023) investigan la relación entre las habilidades matemáticas y el desarrollo del razonamiento algorítmico. Encontrando que efectivamente las habilidades matemáticas como la abstracción, descomposición y modelización -representar una situación a través de las matemáticas, (MEN, 1998)- intervienen en la adquisición del pensamiento algorítmico. Sin embargo, algunos de estos estudios, Bacelo & Gómez-Chacón, 2023; Jonsson et al., 2014; Lehmann, 2023, carecen del uso de softwares (AVA) para su indagación, y son realizados con estudiantes de secundaria o universidad. Adicionalmente, algunas investigaciones son empíricas, ya que no implementan métodos estadísticos inferenciales para establecer sus conclusiones (Lehmann, 2023; Bacelo & Gómez-Chacón, 2023) lo que permitiría evidenciar correlaciones entre estas variables, resolución de problemas y pensamiento algorítmico. Por lo anterior, los estudios previos carecen en

establecer una relación entre la resolución de problemas matemáticos y el razonamiento algorítmico haciendo uso de un AVA y realizando un exhaustivo estudio estadístico inferencial, desvelando una escasez de estudios que establezcan y describan minuciosamente esta relación a nivel mundial y local.

Por otro lado, al solucionar un problema matemático también se utiliza la comprensión lectora, así investigaciones han encontrado una estrecha relación entre esta habilidad y la capacidad de resolución de problemas matemáticos (Krawitz et al., 2022; Öztürk, Akkan, & Kaplan, 2020; Björn, Aunola, & Nurmi 2016; Hadianto et al. 2021; Jiménez & Enciso, 2021) ya que afirman que los estudiantes demuestran ser buenos resolutores de problemas matemáticos si son buenos lectores, en cuyo caso las habilidades lectoras como interpretación y comprensión tienen un papel crucial a la hora de abstraer los datos, modelar la situación y plantear la estrategia para la solución de los problemas matemáticos.

Adicionalmente, en estas actividades (leer y resolver un problema matemático) se activan procesos cognitivos y metacognitivos, que interfieren en el desempeño del sujeto. Así, lo afirman Novoa-Castillo, Uribe-Hernández, Garro-Aburto, Cancina-Verde & Castrillón (2021), Castrillón-Rivera, Morillo-Puente & Restrepo-Calderón (2020) quienes observaron una diferencia significativa entre estudiantes que utilizaban estrategias metacognitivas y quienes no, en las habilidades de comprensión lectora (lectura literal y crítica). Así mismo, la metacognición en la resolución de problemas matemáticos se evidencia en los procesos de preparación, seguimiento y evaluación que implementan las personas (Sutama et al., 2021).

En Colombia según los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos [Pruebas PISA] registrados durante los últimos 16 años (desde 2006 al 2022)

describen al 71% de los estudiantes como incompetentes en las competencias básicas matemáticas ya que son incapaces de:

Reconocer situaciones en las que necesitan diseñar estrategias sencillas para resolver problemas, incluida la realización de simulaciones sencillas con una variable como parte de su estrategia de solución. Pueden extraer información relevante de una o varias fuentes que utilicen modos de representación ligeramente más complejos, como tablas, gráficos o representaciones bidimensionales. (MEN, 2024, p.29).

Además de esto el 51% presentan dificultades para

Identificar la idea principal en un texto de extensión moderada, así como comprender, entender relaciones o interpretar el significado de una parte limitada del texto cuando la información no es destacada, y/o cuando el texto o los textos incluyen información que distrae la atención. (MEN, 2024, p.36).

A pesar de esto, investigaciones respecto a la asociación entre la comprensión lectora y la resolución de problemas matemáticos en Colombia son escasas, reconociendo dos relevantes, Jiménez & Enciso (2021) y Rojas, Uribe & Plaza (2020) estos estudios de tipo cuantitativo concluyen la existencia de una relación entre la comprensión lectora y las estrategias desarrolladas por los estudiantes para resolver problemas matemáticos en contexto. Como consecuencia, es necesario indagar, aún más, sobre las implicaciones que tiene la habilidad de comprensión lectora en la resolución de problemas debido a la ausencia de investigaciones que abordan esta relación a nivel local (Colombia).

Según lo expuesto, se resalta la importancia que posee la habilidad de resolución de problemas, ya que esta habilidad integra demás habilidades (descomposición, abstracción, modelización, algoritmización) que componen el pensamiento lógico-matemático y que

poseen características del pensamiento algorítmico. Además, se identifica la comprensión lectora como un factor que influye en la resolución de problemas matemáticos.

Así, con el objetivo de mejorar la interpretación y comprensión de problemas matemáticos es importante que los estudiantes adquieran y desarrollen herramientas que contribuyan a esto, para lo cual autores como Carney & Levin (2002), Van Garderen & Montague (2003), Ergan & Özsoy (2021) y Reuter et al. (2015) sugieren el uso de diferentes diagramas o representaciones de los problemas matemáticos para beneficiar la comprensión y solución efectiva de problemas matemáticos. Desde esta perspectiva, Nasrun & Prahmana, (2023) reconocen que el uso de diferentes representaciones en la solución de problemas matemáticos es una característica de los buenos solucionadores de problemas.

Teniendo en cuenta la importancia de promover el uso de representaciones gráficas, pictóricas y diagramas, de tipo esquemático con el fin de trabajar la interpretación y comprensión de los problemas matemáticos (Ergan & Özsoy, 2021; Reuter et al.,2015), a nivel local (Colombia) no se reconocen investigaciones que aborden esta temática.

Por otro lado, es importante mencionar, la relación existente entre los procesos metacognitivos que se desarrollan en la comprensión y resolución de problemas matemáticos, fuente de investigación por algunos autores, como Novoa-Castillo, et al. (2020), Sutama et al. (2021), quienes establecen su influencia en las habilidades de comprensión y resolución de problemas matemáticos. Demostrando que procesos cognitivos y metacognitivos óptimos contribuyen a una mejor comprensión lectora, y esta a su vez incide en la solución de problemas matemáticos, según lo mencionado anteriormente.

Así las cosas, en Colombia no se evidencia indagaciones que aborden la relación entre la metacognición, el uso de diagramas o representaciones de problemas matemáticos en ambientes virtuales de aprendizaje, para mejorar la capacidad de interpretación y resolución

de problemas matemáticos, como lo sugieren algunos autores (Carney & Levin, 2002; Van Garderen & Montague, 2003; Ergan & Özsoy, 2021; Reuter et al., 2015).

En conclusión, a nivel local (Colombia) no se evidencia la realización de investigaciones que integren los componentes anteriormente nombrados: estrategias metacognitivas, comprensión lectora, resolución de problemas matemáticas y pensamiento algorítmico en un ambiente virtual de aprendizaje, en pro de determinar estadísticamente sus vínculos.

Por lo cual se encuentra pertinente aportar en la búsqueda de estrategias que potencien las habilidades de resolución de problemas matemáticos y pensamiento algorítmico en ambientes virtuales de aprendizaje en estudiantes de secundaria, para este fin se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la incidencia de la incorporación de las preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora de enunciados matemáticos e interpretación de diagramas, en un ambiente virtual de aprendizaje, sobre las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas?

## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Evaluar la efectividad de un Ambiente Virtual de Aprendizaje [AVA], que realiza las preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora de enunciados matemáticos e interpretación de diagramas para solucionar problemas matemáticos, en el desarrollo de las habilidades del pensamiento algorítmico y resolución de problemas en estudiantes de grado sexto.

### **Objetivos específicos:**

1. Desarrollar un Ambiente Virtual de Aprendizaje [AVA] que incluya preguntas cognitivas y metacognitivas que ayuden a la comprensión e interpretación de diagramas y enunciados de problemas matemáticos.
2. Establecer la influencia del AVA con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico.
3. Determinar la incidencia que tiene el uso de representaciones esquemáticas en el pensamiento algorítmico y en la resolución de problemas matemáticos.

## ANTECEDENTES

A continuación, se presenta una serie de investigaciones enfocadas en caracterizar las posibles relaciones entre la resolución de problemas, el pensamiento algorítmico y los ambientes virtuales de aprendizaje. Por lo cual los antecedentes son presentados en cuatro secciones: la **resolución de problemas** su relación con la comprensión lectora, la metacognición y los diferentes tipos de representaciones que usualmente se desarrollan para dar solución a los problemas matemáticos; la conexión entre el **pensamiento algorítmico** con la comprensión lectora; **la resolución de problemas y el pensamiento algorítmico**; y **los ambientes virtuales de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos**.

### Resolución de Problemas

En primera instancia se reconoce en algunos estudios la relación que hay entre las **habilidades de resolución de problemas y comprensión lectora**. Así, Özcan & Doğan (2018) caracterizaron esta relación en 185 estudiantes de primer grado de primaria en Estambul, Turquía; para lo cual desarrollaron un estudio longitudinal realizado durante 7 meses. Se utilizaron tres instrumentos de recolección de datos, una prueba de habilidades y conceptos básicos matemáticos (contar, comparar formas, dirección, cantidades y secuencias), una prueba de resolución de problemas matemáticos (adición y sustracción) y una prueba de comprensión lectora. Las actividades que evalúan las habilidades matemáticas y la comprensión lectora se aplican al inicio del año escolar y la prueba de resolución de problemas matemáticos se desarrolla al final de cada año escolar. El análisis correlacional mostró que las habilidades matemáticas tempranas tienen un efecto directo en la comprensión lectora y en la resolución de problemas, además la comprensión lectora influye en la resolución de problemas matemático, pero en menor medida.

Por otro lado, Heredia, Gutiérrez & Romero (2024) realizan un estudio cuasiexperimental en un centro educativo público en Cádiz (España), con 45 estudiantes de grado tercero. Los participantes desarrollan pruebas de comprensión lectora y la resolución de problemas matemáticos, antes y después de la intervención; además se realiza un registro del progreso observado de los estudiantes (diario de campo) y se emplea la matriz DOFA con el fin de identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la investigación. Con respecto a la metodología usada, el grupo experimental trabajó textos de comprensión lectora, desarrollaron problemas matemáticos, y creación por parte de los estudiantes de tutoriales para explicar cómo solucionar algunos problemas. A partir del análisis desarrollado se establece que los estudiantes con una mejor comprensión lectora tienden a destacarse por su buen desempeño en la resolución de problemas matemáticos. También los autores destacan el uso de herramientas TIC como motivadoras para los estudiantes, recomendando integrar estos recursos para desarrollar las habilidades de resolución de problemas.

Los anteriores estudios demuestran una conexión entre las habilidades lectoras y la capacidad para solucionar problemas matemáticos, considerando que un buen desempeño en alguna de las dos habilidades impacta de manera positiva a la otra (Özcan & Doğan, 2018; Heredia, Gutiérrez & Romero, 2024). Por lo cual, la presente indagación pretende estimular las habilidades lectoras con el fin de mejorar la resolución de problemas matemáticos en los participantes.

A continuación, se exponen algunos estudios que inspeccionan la relación entre la **metacognición y la resolución de problemas**. Así pues, Habib, Amjad, Aslam, Saleem & Saleem (2024) examinaron cómo la instrucción de estrategias metacognitivas impacta en la metacognición y en la resolución de problemas de los educandos. El estudio desarrollado fue de carácter cuasiexperimental, realizado con 80 estudiantes de grado octavo, de una escuela

femenina secundaria en el distrito de Lahore, Pakistán, con una edad promedio de 12 a 13 años. Así el grupo experimental se expuso a lecciones sobre resolución de problemas matemáticos, enfocados en los conceptos de proporción, porcentaje y ecuaciones lineales, con estrategias metacognitivas (auto-cuestionamiento, pensar en voz alta, modelado, mapeo conceptual); en cambio el grupo control recibió los mismos contenidos bajo una metodología tradicional. Como instrumento se implementó el *Metacognitive Awareness Inventory Junior* (MAI) con el fin de medir la metacognición de los participantes antes y después de la intervención. Los resultados muestran que el grupo experimental mejoró en sus habilidades metacognitivas por lo cual se afirma que las estrategias de instrucción metacognitivas tienen un impacto significativo en el desarrollo de la metacognición y en las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes. Además, los autores recomiendan la incorporación de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas con el fin de mejorar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes.

De manera similar Rajadurai & Ganapathy (2023) estudian el efecto que tiene la instrucción de estrategias metacognitivas en la habilidad de resolución de problemas matemáticos en 84 estudiantes de la Universidad de Periyar en Salem, Tamil Nadu, India, mediante un estudio cuasi-experimental. Para la investigación se aplicaron dos cuestionarios: Cuestionario de Estrategias de Instrucción Metacognitiva (QMIS) y la prueba de Competencia en Resolución en Problemas Matemáticos (MPSCT) aplicadas a los respectivos grupos de estudiantes. El grupo experimental recibió durante nueve semanas estrategias metacognitivas, planteamiento de objetivos, auto evaluación del proceso, reflexión de las estrategias y métodos realizados para solucionar problemas. Los resultados demostraron que el grupo experimental registró puntajes significativamente más altos en su post test en comparación al pre test en las dos pruebas aplicadas. Por lo cual el estudio afirma que las

estrategias de instrucción metacognitiva contribuyen positivamente a la competencia de resolución de problemas matemáticos de los estudiantes.

La indagación propuesta por Trias, Mels & Huertas (2021) indagó sobre el efecto que tiene la enseñanza de estrategias de autorregulación en la resolución de problemas matemáticos. Para ello se realiza un estudio cuasiexperimental con 69 estudiantes de grado sexto de Montevideo-Uruguay, distribuidos en tres grupos de acuerdo con la estrategia enseñada, los grupos experimentales fueron instruidos en estrategias cognitivas o estrategias metacognitivas y motivadores (volutivas) y el grupo control se mantuvo con una metodología tradicional. La metodología propuesta consistió en realizar pruebas de resolución de problemas matemáticos antes y después de la intervención, de acuerdo con el contenido curricular. La intervención duró 16 sesiones (dos meses) con la misma secuencia metodológica, desarrollar 4 problemas matemáticos de creciente dificultad considerando los temas del currículo. Los resultados demostraron en los grupos experimentales una mejora significativa en las habilidades de resolución de problemas, como se esperaba. Agregado a esto los estudiantes del grupo con estrategias metacognitivas y motivadoras, mantuvieron un buen rendimiento después de dos meses de la intervención, a diferencia del grupo experimental instruido con estrategias cognitivas.

Como se evidencia en las anteriores investigaciones la relación que posee la implementación de estrategias metacognitivas y cognitivas en la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos contribuye a una mejora en esta habilidad. Por esta razón el presente estudio pretende implementar este tipo de estrategias en un ambiente virtual de aprendizaje, a diferencia de las anteriores investigaciones en donde las estrategias se enseñaron en un aula convencional (espacio físico); con el fin evaluar su impacto en la habilidad de resolución de problemas de los estudiantes.

Por último, se considera inmiscuir en la relación entre las **representaciones que usa el estudiante para resolver problemas matemáticos y su habilidad de resolución de problemas** analizada por algunos autores. Ergan & Özsoy (2021) indagan sobre los tipos de representaciones visuales que utilizan los estudiantes de grado cuarto al momento de resolver un problema matemático. La muestra, seleccionada mediante un muestreo estratificado, fue de 162 estudiantes de 5 escuelas públicas de Turquía. La recolección de datos fue realizada mediante una prueba de 12 problemas matemáticos obtenidos del Inventario de Procesos Matemáticos desarrollado por Suwarsono (1982). A partir del análisis de contenido desarrollado se definieron tres tipos de representaciones realizadas por los participantes: esquemáticas, referentes a dibujos que incluyen relaciones espaciales y numéricas; pictóricas, alusivas a imágenes de los conceptos u objetos presentados en el problema, sin representar relaciones o números y las representaciones computacionales, caracterizadas por el registro de cálculos numéricos sin ningún dibujo. La investigación concluyó que los estudiantes que realizan representaciones esquemáticas tienen una mayor probabilidad de resolver los problemas en comparación con los estudiantes que usan otros tipos de representaciones.

De manera similar Nasrun & Prahmana (2023) describen e identifican diferentes representaciones que los estudiantes realizan al resolver problemas matemáticos verbales, además indagan cómo estas representaciones ayudan a comprender y resolver problemas matemáticos. La investigación utilizó un enfoque cualitativo con un estudio de caso; el estudio se desarrolló con 75 estudiantes de grado quinto en Makassar, Indonesia. Se utilizaron dos instrumentos el primero consistió en un conjunto de problemas matemáticos verbales adaptados de Kaur, Ban-har & Kapur (2009) y realización de entrevistas. En el análisis se identificó tres tipos de representaciones: Verbales-escritas, descripciones escritas de los problemas y sus soluciones; Gráficas, imágenes o diagramas que representan los problemas

y sus soluciones; y las representaciones simbólicas, uso de símbolo o ecuaciones algebraicas para resolver problemas. Posterior a la implementación, se seleccionaron dos estudiantes que destacaron por el uso de diferentes representaciones para solucionar los problemas con el fin de comprender sus procesos de representación, cognitivos y metacognitivos que desarrollaron. A partir de esto se observó que estos sujetos repitieron varias veces la lectura de los ejercicios, para identificar los datos y características principales, integraron las diferentes representaciones para comprender mejor el problema y evaluaron y verificaron los resultados obtenidos.

La investigación establece y reconoce el uso de tres tipos de representaciones (verbales-escritas, gráficas y simbólicas) usadas en la resolución de problemas matemáticos, además identifica que los estudiantes que son alfabetizados matemáticamente son capaces de traducir, comprender, solucionar y representar de diferentes maneras los problemas matemáticos de manera más efectiva.

Por último, Barajas-Caballero & Niño-Bernal (2021) evalúan el uso de representaciones en la resolución de problemas de estudiantes de grado séptimo y cómo los diferentes tipos de representaciones pueden ayudar a los estudiantes a comprender, interpretar y resolver problemas matemáticos de manera efectiva. Desarrollando una investigación-acción, en la cual se seleccionaron 20 estudiantes de grado séptimo de un colegio en Santander, Colombia. Los instrumentos consistieron en una prueba diagnóstica y unidades didácticas basadas en el modelo de resolución de problemas de Puig y Cerdán (1988, citado en Barajas-Caballero & Niño-Bernal, 2021), el cual se compone de 6 pasos: lectura y comprensión, traducción matemática, cálculo, verificar los cálculos, interpretar la solución y explicar la solución. La prueba diagnóstica constó de nueve problemas aritméticos de enunciado verbal enfocados en los conceptos de adición y multiplicación; además se

realizaron entrevistas a los participantes con el fin de comprender los procesos de representación utilizados y cómo estos influyen en la capacidad para resolver los problemas propuestos.

Al finalizar, se identificaron tres tipos de representaciones: simbólicas aritméticas, donde hay registro de símbolos y operaciones básicas aritméticas; las tablas de valores, que actúan como organizadores de información y las representaciones icónicas, entendidas como los dibujos y diagramas. Se concluyó que la metodología de resolución de problemas propuesta por Puig y Cerdán (1988, citado en Barajas-Caballero & Niño-Bernal, 2021), fortalece el uso de las diferentes representaciones para resolver problemas matemáticos. Además, se observa que, en la mayoría de los casos, la representación simbólica aritmética es utilizada con otros tipos de representaciones.

Es importante considerar los diferentes tipos de representaciones que las personas pueden generar a la hora de resolver un problema matemático, de acuerdo con los anteriores estudios, Ergan & Özsoy (2021), Nasrun & Prahmana (2023) y Barajas-Caballero & Niño-Bernal (2021), se identifican tres tipos de representaciones: representaciones pictóricas (demuestran con imágenes las relaciones entre objetos o conceptos del enunciado), representaciones aritméticas (registro de los cálculos numéricos) y las representaciones esquemáticas (registran de manera organizada la información mediante un esquema o diagrama). Por lo cual, en el presente trabajo se considera integrar estos tipos de representaciones como herramienta que ayude a comprender e interpretar problemas matemáticos, debido a que a nivel local (Colombia) no se encontraron investigaciones que implementen esta metodología para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos.

## **Pensamiento Algorítmico**

A continuación, se presentan algunas investigaciones que relacionan **el pensamiento algorítmico con la comprensión lectora**. Sin embargo, es importante mencionar que el pensamiento algorítmico se considera como un componente del pensamiento computacional (Pinzón-Pérez & González-Palacio, 2022) por lo cual las investigaciones que abordan esta habilidad implicarían efectos en el pensamiento algorítmico.

El primer estudio es propuesto por Harangus & Kátai (2018) realizado a 231 estudiantes de primer año de la Universidad Sapiientia, en Targu Mures, Rumania; los estudiantes fueron categorizados en tres grupos según su formación y experiencia en la secundaria con la creación y uso de algoritmos de programación: ciencias de programación, ciencias sin programación y ciencias humanas. El estudio desarrollado fue de tipo cuantitativo y experimental, se aplicaron pruebas para evaluar la comprensión lectora y la identificación de elementos algorítmicos en la lectura. El análisis estadístico correlacional realizado demostró que los estudiantes con experiencia en programación tienden a realizar operaciones cognitivas avanzadas del pensamiento algorítmico las cuales requieren un nivel óptimo de comprensión lectora, que integran las habilidades de interpretación, integración y reflexión. Así mismo, se concluye que la comprensión lectora es una habilidad esencial para desarrollar el pensamiento algorítmico avanzado, ya que se identificó que los estudiantes con mejores resultados en tareas del pensamiento algorítmico también demostraron un desempeño superior en la habilidad de comprensión lectora.

Los investigadores Amalia, Kurniawan, Fahmimroah & Arditiya (2024) estudian como el pensamiento computacional puede mejorar las habilidades de comprensión lectora. La investigación se realiza en una escuela primaria de Palaran, Indonesia, con 9 estudiantes de cuarto grado quienes presentaban dificultades en la comprensión de textos en inglés. El

enfoque metodológico se enmarca en una investigación y aplicación orientada hacia una necesidad, la comprensión de textos en idioma extranjero, para lo cual se crean instrumentos que se validan e implementan con el fin de abordar la dificultad evidenciada. En este caso se desarrolla la herramienta *Story Mapping Card*, diseñada a partir del pensamiento computacional y elementos visuales, en donde se organiza la narrativa del texto, identificando personajes, tiempo, lugar, problema, solución, acciones y tema, lo cual ayuda a los estudiantes a estructurar y comprender mejor las historias expuestas. Se realizaron pruebas de comprensión lectora antes y después del uso de la herramienta, en los estudiantes, identificando una mejora significativa en su rendimiento ya que antes de la intervención se registró en promedio un puntaje de 57 en esta habilidad y después del uso de *Story Mapping Card* su puntaje promedio fue de 72. En conclusión, el uso de la herramienta creada e inspirada en técnicas de pensamiento computacional -como la secuenciación del pensamiento computacional-, mejoró la comprensión lectora entre los estudiantes, además se evidenció una mejora en sus habilidades de análisis y resolución de problemas.

Las investigaciones anteriores describen una conexión entre las habilidades de pensamiento algorítmico y la comprensión lectora, sugiriendo que un buen nivel de comprensión lectora repercute en el desarrollo del pensamiento algorítmico (Harangus & Kátai, 2018) y que algunas características del pensamiento algorítmico pueden ser usadas para fomentar y desarrollar la comprensión lectora de los estudiantes (Amalia, Kurniawan, Fahmimroah & Arditiya, 2024). Con estas ideas, se pretende involucrar aspectos del pensamiento algorítmico, como la secuenciación y descomposición, que pueden contribuir a la mejora en la comprensión e interpretación lectora de enunciados matemáticos. Debido a que son aspectos que han sido poco explorados por los investigadores en educación

matemática a nivel local, sin lograr localizar investigaciones que integre estos elementos, en Colombia, desde el año 2020 a la actualidad.

### **Resolución de Problemas y Pensamiento Algorítmico**

Existen diferentes estudios que han relacionado estas dos habilidades, uno de estos es la investigación desarrollada por Ng & Cui (2021) en una escuela primaria en Hong Kong durante un campamento de tres días, con ocho estudiantes de quinto y sexto grado (12 a 14 años) quienes trabajaron en la resolución de problemas matemáticos utilizando programación en Arduino. Las actividades propuestas fueron: crear un termómetro, detector de capacidad de asistencia, una calculadora de depósitos bancarios y un detector de primos y compuestos. Es estudio realizado es de tipo cualitativo basado en el diseño, para lo cual se realizó un registro en video del desarrollo de los estudiantes en las actividades y se efectúa un análisis de los códigos construidos por los estudiantes con el fin de identificar dificultades o errores. Por último, las conclusiones del análisis establecen que los estudiantes presentan dificultades al traducir conceptos matemáticos al lenguaje de programación (generación de secuencias, ciclos de repetición y condicionales), los participantes mejoraron su capacidad de depuración para corregir errores en el código, lo que contribuye a su pensamiento computacional y a su habilidad para resolver problemas matemáticos. Por otro lado, el estudio destaca que la programación puede enriquecer el desarrollo de habilidades matemáticas ya que ayuda a fomentar capacidades como la abstracción, el modelado y el pensamiento algorítmico; por lo cual Ng & Cui (2021) sugieren diseñar actividades que integren el pensamiento computacional y el matemático.

Así mismo, Fry, Makar & Hillman (2023) exploran como el pensamiento computacional influye en la habilidad de resolución de problemas en estudiantes de primaria.

Su estudio se desarrolló con 25 estudiantes de grado cuarto de primaria (9 a 10 años) en una escuela de Australia. La actividad planteada para las sesiones de clase consistió en responder la pregunta ¿Cuánto tiempo tarda en leerse un libro? La cual fue trabajada durante 7 sesiones de clase, en las cuales los estudiantes realizan una investigación estadística para dar respuesta a este interrogante. El estudio desarrollado fue de tipo cualitativo basado en el diseño, por lo cual la mayoría de los datos fueron recolectados a partir de la observación. Los investigadores reconocen que los estudiantes implementaron algunas habilidades del pensamiento computacional como: la descomposición, debido a que dividieron el problema en situaciones más simples, medir el tiempo de lectura o determinar qué libro leer; selección de datos, determinar qué página leer para medir el tiempo; recolección de datos, realizando un promedio de lectura entre los estudiantes; analizar los datos para visualizar los tiempos de lectura y buscar patrones, y generalización con el fin de estimar el tiempo de lectura de un libro completo. Por lo anterior, las conclusiones propuestas en la investigación afirman que el pensamiento computacional puede favorecer el aprendizaje de las matemáticas y estadística en primaria ya que desarrollan habilidades como la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones y la modelización, las cuales también contribuyen a estructurar y poseer un pensamiento crítico en la resolución de problemas.

Por último, Lehmann (2023) describe como los estudiantes de secundaria utilizan el pensamiento algorítmico para diseñar algoritmos que resuelvan problemas de rutas críticas (desafíos en los cuales se identifican tareas esenciales y se construye una secuencia eficiente con fin de cumplir un objetivo). El estudio fue implementado a 8 estudiantes de último grado de secundaria en una escuela de Queensland, Australia; quienes conformaron parejas de trabajo. El estudio desarrollado fue de tipo generativo con un enfoque deductivo-inductivo, para lo cual se realizaron entrevistas a los estudiantes con el fin de identificar las habilidades

cognitivas asociadas al pensamiento algorítmico al dar solución a los problemas de rutas críticas. El análisis de las respuestas constó en su clasificación de acuerdo con las habilidades: descomposición, abstracción, diseño de algoritmos y depuración. Así Lehmann, concluyó que el pensamiento algorítmico es una habilidad esencial en la educación matemática, ya que habilidades como cognitivas como la descomposición, la abstracción y la depuración son usadas en la resolución de problemas matemáticos.

Como se evidencia las investigaciones realizadas sugieren que hay habilidades entre el pensamiento algorítmico y la resolución de problemas que son comunes, como la descomposición, la abstracción, la depuración y la modelización. Por lo cual se infiere que el desempeño en una de estas habilidades será equivalente en la otra, a partir de esto la finalidad de este estudio será demostrar esta conexión y evaluar el impacto de algunas estrategias didácticas en la resolución de problemas y en el pensamiento algorítmico.

### **Resolución de Problemas Matemáticos y Ambientes Virtuales de Aprendizaje**

Actualmente con el auge de la tecnología y los diferentes recursos que ofrece es habitual encontrar estudios que implementen ambientes virtuales de aprendizaje [AVA] para la enseñanza de contenidos en las diferentes materias del currículo escolar. Sin embargo, se identifican otro tipo investigaciones que buscan no solo transmitir contenido, si no impulsar capacidades en los estudiantes como la resolución de problemas matemáticos, prueba de esto los siguientes estudios evalúan en impacto de un AVA en esta habilidad.

Parra-Vallejo (2022) estudia la efectividad de un ambiente virtual de aprendizaje basado en el b-learning y en el pensamiento computacional, implementando la gamificación y actividades desconectadas (programación en bloques) con el fin de mejorar la resolución de problemas en estudiantes de secundaria. El estudio fue desarrollado en Tumaco,

Colombia, con 56 estudiantes de grado séptimo; se implementó un estudio cuasiexperimental con dos grupos, el grupo experimental estuvo expuesto al b-learning donde las sesiones presenciales se complementaron con el desarrollo de actividades en la plataforma Moodle. Mientras el grupo control continuó con una enseñanza tradicional. Se realizaron pruebas que evalúan la resolución de problemas en los estudiantes, en dos momentos de la investigación, antes y después de la intervención, con el fin de evidenciar el impacto del modelo pedagógico implementado en esta habilidad. Como conclusiones se evidenció una mejora significativa en las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes del grupo experimental, además de un aumento en su motivación debido a la interactividad generada en el AVA, por último, se fomentó el aprendizaje autónomo. Parra-Vallejo (2022) sugiere la implementación del modelo b-learning en la educación debido a que potencia el aprendizaje significativo y motiva a los estudiantes en el área de matemáticas.

Lestari, Efendi & Dara (2023) investigan el impacto que posee los videos de aprendizaje en línea como herramienta para mejorar las habilidades de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de secundaria. Para lo cual, realizan un diseño de investigación cuasiexperimental, grupo de control y experimental, en el cual participan 58 estudiantes de grado octavo; se aplican pruebas antes y después de la intervención con el fin de evidenciar el impacto de la intervención en la habilidad de resolución de problemas de los educandos. En el grupo experimental se implementaron algunos videos como herramienta para resolver problemas matemáticos, al contrario del grupo control quienes siguieron con una enseñanza convencional. De acuerdo con el análisis realizado se evidenció una diferencia significativa en los resultados de las pruebas posteriores entre el desempeño del grupo control y el grupo experimental, resaltando el buen desempeño de este último. Por lo anterior, los

investigadores concluyen que los videos son una herramienta motivadora y dinámica que mejora la habilidad de resolución de problemas matemáticos entre los estudiantes.

Baloco & López (2022) implementan un ambiente virtual de aprendizaje con la metodología aprendizaje basado en problemas con el fin de mejorar la habilidad de resolución de problemas de los estudiantes. Los participantes de la indagación fueron 36 estudiantes de grado séptimo de una institución pública en Barranquilla, Colombia. La metodología utilizada se enmarcó en la investigación-acción y se utilizaron tres tipos de instrumentos de recolección de datos: observación, en donde se realizó un registro de las interacciones de los estudiantes y el ambiente virtual; entrevistas semiestructuradas, con el fin de evidenciar las percepciones de los estudiantes hacia el aprendizaje basado en problemas y el uso de plataformas de aprendizaje (se utilizó Edmodo) y cuestionarios tipo pruebas Saber (prueba estandarizada) con el fin de evaluar la competencia matemática, específicamente la resolución de problemas y conceptos del área, estos cuestionarios fueron aplicados antes y después de la implementación del ambiente virtual. De acuerdo con los análisis realizados respecto a las pruebas realizadas que miden la competencia matemática entre los estudiantes se registró una mejora significativa en las habilidades de resolución de problemas después de la intervención.

Perez-Perez & Castro (2022) evalúan la eficacia que tienen los ambientes virtuales de aprendizaje en la resolución de problemas algebraicos de estudiantes de secundaria, para esto seleccionaron a 58 estudiantes de grado sexto (primer grado de secundaria) la investigación realizada es de tipo cuasiexperimental. Al iniciar y finalizar, se aplicó una prueba que evaluó las habilidades de resolución de problemas en los grupos (experimental y control), este instrumento se enfocó en identificar el desarrollo de habilidades para: traducir enunciados a expresiones algebraicas, comunicar y expresar relaciones matemáticas, crear

estrategias para generalizar y argumentar realizaciones de variación en las expresiones algebraicas. Respecto a la intervención el grupo control siguió una enseñanza convencional y el grupo experimental utilizó un ambiente virtual de aprendizaje compuesto por actividades interactivas (simuladores) y retroalimentación de las actividades con el fin de identificar errores y mejorar las estrategias de resolución de problemas. Mediante el análisis estadístico realizado se muestra una mejora en la habilidad de resolución de problemas en el grupo experimental, lo cual indica que los ambientes virtuales de aprendizaje favorecen el aprendizaje y desarrollo de esta habilidad en los estudiantes.

A partir de las anteriores investigaciones se deduce que un AVA tiene la capacidad de mejorar la habilidad de resolución de problemas en los estudiantes. Sin embargo, en los estudios realizados las herramientas involucradas en estos ambientes son videos, simuladores, recursos interactivos, etc. dejando de lado otro tipo de herramientas como diagramas, secuencias de imágenes (inspiradas en el pensamiento algorítmico), cuestionarios de lectura, preguntas cognitivas y metacognitivas, que pueden complementar la experiencia en el AVA y contribuir a la apropiación de esta habilidad de una manera más significativa y motivadora en los estudiantes.

## **MARCO TEÓRICO**

En este apartado se describen y conceptualizan los términos relevantes que aborda la investigación, comenzando con la habilidad denominada Pensamiento algorítmico, siguiendo con la Comprensión lectora, la competencia de Resolución de problemas en la cual se describen las diferentes representaciones utilizadas a la hora de abordar un problema matemático. Finalizando con los conceptos de Cognición, Metacognición y Ambiente Virtual de Aprendizaje [AVA].

### **Pensamiento Algorítmico**

El pensamiento algorítmico aparece en la literatura ligado al pensamiento computacional, Pinzón-Pérez & González-Palacio (2022) reconocen tres concepciones teóricas entre estos conceptos: concepción sinónima, en la cual los conceptos de pensamiento algorítmico y pensamiento computacional son sinónimos; concepción integradora, en la cual el pensamiento algorítmico es un elemento del pensamiento computacional; concepción diferenciadora, en la cual estos dos conceptos son totalmente diferentes. Por lo anterior, es propicio aclarar los conceptos pensamiento computacional y algorítmico, en el desarrollo del presente trabajo.

En primer lugar, el pensamiento computacional es definido por Wing (2006) como la capacidad para solucionar un problema utilizando habilidades cognitivas como la abstracción, la descomposición, la modelación y el razonamiento heurístico.

Por otro lado, la Royal Society (2012 en Navarro & Soussa, 2023) describe al pensamiento computacional como un proceso en el cual el individuo reconoce y aplica elementos de la computación para comprender y analizar las situaciones del diario vivir. Así mismo, Navarro & Soussa (2023) definen este concepto como una capacidad/habilidad

creativa, crítica y estratégica, para aplicar estrategias computacionales en la solución de problemas.

Finalmente, Navarro & Soussa (2023) integran lo descrito por los autores anteriores y describen al pensamiento computacional como un conjunto de habilidades o conceptos que aplica el sujeto para alcanzar un objetivo. Estas capacidades son: abstracción; descomposición; interpretar, clasificar y analizar datos; plantear y sistematizar hipótesis; modelización y generalización, algunas de estas habilidades consideradas previamente por Wing (2006).

Ahora, el pensamiento algorítmico es usualmente relacionado con el pensamiento computacional, como se ha establecido inicialmente. Este concepto es definido por J.O. Thomas (2017 en Pinzón-Pérez & González -Palacio, 2022) como la capacidad para construir o abstraer un método paso a paso, para lograr o analizar el desempeño de una tarea.

Stephens & Kadjevich (2020) caracterizan el pensamiento algorítmico como una forma de razonamiento matemático, que se identifica cuando el sujeto crea un procedimiento rutinario que es empleado sistemáticamente hasta obtener una conclusión o satisfacer el objetivo. De manera similar, Pinzón-Pérez, Román-González & González-Palacio (2023) definen el pensamiento algorítmico como la capacidad de utilizar la abstracción para generar y aplicar algoritmos (descritos como una secuencia de pasos bien ordenados), con posibilidad de ser automatizados, para resolver problemas.

Como resultado, para la presente indagación se define **pensamiento algorítmico** como **la habilidad que posee un individuo para construir una serie de pasos ordenados con el fin de alcanzar un objetivo** (Stephens & Kadjevich, 2020; Pinzón-Pérez, Román-González & González-Palacio, 2023). Acogiendo la concepción integradora, propuesta por

Pinzón-Pérez & González-Palacio (2022), asumiendo que el pensamiento algorítmico es un elemento del pensamiento computacional.

Por lo anterior, como habilidad, el pensamiento algorítmico, integra un compendio de capacidades cognitivas que se activan en el proceso de construcción de los algoritmos. Por lo cual, Shim (2019) reconoce algunos elementos involucrados en el pensamiento algorítmico estos son:

- Dominio de secuencias: Capacidad de organizar instrucciones en un orden lógico para resolver un problema de manera eficiente.
- Dominio de repeticiones: Uso de estructuras iterativas para optimizar la ejecución del algoritmo.
- Dominio de funciones: Estructurar las soluciones mediante la reutilización de bloques (funciones).
- Dominio de estructuras: Capacidades de organizar y reconocer la relevancia de un conjunto de datos dentro de un problema. (Shim, 2019 citado en Pinzón-Pérez, Román-González & González-Palacio, 2023).

De manera similar, Stephens & Kadjevich (2020) identifican tres habilidades esenciales, del pensamiento algorítmico:

- La descomposición: Capacidad de dividir un problema en subproblemas.
- La abstracción: Construir afirmaciones generales a partir de hechos particulares entre conceptos, procedimientos y modelos implícitos; por lo cual es necesario el reconocimiento de patrones en la situación.
- La algoritmización: Como el proceso de diseñar y estructurar soluciones en forma de algoritmos.

Como consecuencia estos dos conceptos, pensamiento computacional y pensamiento algorítmico, están relacionados compartiendo características y habilidades cognitivas (descomposición y abstracción), sin embargo, como lo sugieren Stephens & Kadjevich, (2020) el pensamiento computacional se diferencia del algorítmico, ya que el primero incluye los procesos de automatización mediante herramientas computacionales. Por lo cual se asume para el presente trabajo este concepto y con esto se establece una visión integradora (Pinzón-Pérez & González-Palacio, 2022), en la cual el pensamiento algorítmico está incluido en el pensamiento computacional.

### **Comprensión Lectora**

Cárdenas, Salazar & Cárdenas (2020) reconocen que hay diferentes definiciones de comprensión lectora, por lo cual es un concepto difícil de definir y caracterizar. Por un lado, Rojas (2013, en Cárdenas, Salazar & Cárdenas, 2020) sugiere la comprensión lectora como un proceso comunicativo lingüístico individual y social, en donde se reconocen los mensajes del texto de acuerdo con el contexto del lector. Por lo cual, el contexto hace parte fundamental para la comprensión de una lectura, por lo que esta habilidad o proceso puede diferir respecto a la edad y experiencia de los lectores.

Por otro lado, la comprensión lectora es definida por Monroy & Gómez (2009) simplemente como “el entendimiento de textos leídos por una persona permitiéndole la reflexión, pudiendo indagar, analizar, relacionar e interpretar lo leído con el conocimiento previo” (p. 37). Autores como Cassany (2006) establecen a la comprensión lectora como un proceso, el cual se realiza para obtener un significado. Así mismo, Jiménez y Palmet (2018 en Cárdenas, Salazar & Cárdenas, 2020) sugieren que este proceso ayuda al lector a realizar una lectura significativa del texto y transformar su perspectiva del conocimiento.

Según Snow (2010) el concepto de comprensión lectora causa ambigüedad ya que usualmente los teóricos describen esta habilidad según el nivel cognitivo del lector, es decir las capacidades que integran esta habilidad varían conforme a las experiencias que posea el lector, siendo la edad un factor que influye en el nivel de comprensión lectora. Por lo cual, Snow (2010) reconoce tres elementos que conforman la comprensión lectora:

- Procesos de lectura básicos: En donde se interpreta el texto a partir de la conexión y el significado de las palabras, con el fin de crear una representación mental del contenido del texto.
- Procesos de comprensión básica: El lector construye una representación mental de las ideas presentadas en el texto, lo que requiere realizar inferencias a partir de lo leído y crear conexiones entre el texto y el mundo real.
- Procesos de comprensión elaborados: El lector procesa el texto para inmiscuirse en este, lo explora e inspecciona, alejándose de sus percepciones y experiencias personales.
- Procesos de comprensión altamente elaborados: Se desarrollan en lectores con un amplio conocimiento en el ámbito del tema de la lectura. Se aplican a procesos de lectura para una crítica literaria y producción intelectual.

En conclusión, para la presente indagación la comprensión lectora es un proceso que desarrolla el individuo al realizar la lectura de un texto, proceso que se perfecciona en la medida que el lector adquiera e implemente estrategias que le ayude a interpretar, entender, inferir y razonar sobre el contenido del texto. Por tanto, es un proceso que poco a poco se transforma en una habilidad adquirida por los sujetos.

Como consecuencia, esta habilidad se puede categorizar en tres estadios según Strang (1965); Jenkinson (1976) y Smith (1989) (en Gordillo & Flórez, 2009); y Cárdenas, Salazar & Cárdenas (2020):

**Nivel Literal:** El lector capta lo que dice el texto sin intervención de su cognición, en palabras de Cárdenas, Salazar & Cárdenas (2020) el lector extrae información explícita por medio de la identificación de los elementos que aparecen en el texto.

- Nivel I, literal primario: Se centra en la identificación de los elementos explícitos del texto como, ideas principales, secuencias, lugares, personajes, tiempo en el relato y circunstancias de causa y efecto.
- Nivel II, literal en profundidad: Realiza una lectura más profunda, reconoce ideas y el tema principal.

**Nivel Inferencial:** En el cual se identifica lo que no se ha dicho explícitamente, para lo cual debe de construir esquemas de interpretaciones, inferencias y deducciones (Cárdenas, Salazar & Cárdenas, 2020). El lector relaciona una serie de significados a partir de la lectura y su contenido, trata de explicar el texto a partir de experiencias y conocimientos previos, formulando hipótesis e ideas nuevas; el objetivo de este nivel es la construcción de hipótesis/conclusiones a partir del texto (Gordillo & Flórez, 2009).

**Nivel Crítico:** El lector emite juicios sobre el texto a partir de la construcción de argumentos. En este nivel el lector evalúa el contenido del texto, por lo que interfiere su experiencia, criterio y conocimientos previos (Gordillo & Flórez, 2009).

Por tanto, el nivel de comprensión lectora del sujeto depende de su experticia como lector, saberes y experiencias previas, y demás elementos que pueden influir en la

comprensión lectora; según Cárdenas, Salazar & Cárdenas (2020) y Ann Brown (en Monroy y Gómez, 2009) estos son:

- **Consigna/ propósito del lector:** Refiere a la intención con la que el lector realiza la lectura, el objetivo, esto contribuye al interés o desinterés de la lectura.
- **Tipo de texto/contenidos:** La estructura del texto, su contenido específico, la semántica, la sintaxis y el léxico, son elementos que interfieren en la lectura que hace el individuo.
- **Conocimiento previo:** A partir de las experiencias previas del lector este puede ser capaz de generar conexiones entre la lectura y sus vivencias o conceptos conocidos, lo que contribuye a una lectura significativa.
- **Atención y estrategias aplicadas:** El lector puede desarrollar variedad de estrategias, lectura rápida, crítica, analítica, etc., las cuales radican en su interés y disposición hacia la lectura.

Finalmente, se reconoce a la comprensión lectora como una habilidad empleada al ejecutar algunos procesos o estrategias en la lectura, las cuales determinan el nivel de esta habilidad. Estrategias que se perfeccionan por medio de experiencias y conocimientos que adquiere el individuo con el transcurso del tiempo.

### **Resolución de problemas**

La solución de problemas en matemáticas trabaja habilidades y conceptos que los estudiantes han de adquirir en sus años de escolaridad (MEN,1998; 2006). Sin embargo, es propicio definir el concepto problema, arduamente trabajado en las clases de matemáticas y ligado a la habilidad de resolución de problemas. Labarrere (1988) y Perales (1993) definen

como **problema** aquella situación que produce incertidumbre, donde se posee una información inicial, pero es necesario ampliarla con el fin de buscar una solución. Debido a lo anterior, se produce un razonamiento y discernimiento, por lo cual el problema se percibe como un obstáculo o desafío.

Por otro lado, Onuchic (1999) y Kantowski (1980) definen este concepto como una situación que el sujeto desea solucionar, pero desconoce cómo realizarlo, por tanto, no posee un camino claro (un algoritmo) para solucionar la situación de manera correcta.

Con base en estos autores, se define como **problema** aquella situación en la que se desea buscar una solución a partir del conocimiento de todas sus características, a partir de un proceso que genera incertidumbre en el sujeto. Esto implica ampliar la información de la situación mediante el razonamiento y conocimiento en función de conocer la totalidad de los factores que posee el problema.

Ahora, el planteamiento y la resolución de problemas es considerado por el Ministerio de Educación Nacional [MEN] (1998) como un proceso general de la actividad matemática, por tanto, cualquier sujeto ha de poseer capacidades elementales para dar solución a problemas matemáticos. Es así como en diversas propuestas curriculares la resolución de problemas se considera el eje central del currículo de matemáticas (MEN, 1998; NCTM, 2000). Desde esta postura se caracteriza a la resolución de problemas como una habilidad básica en la actividad matemática.

Es así como, diferentes autores definen la **resolución de problemas** como el proceso, inicialmente desconocido (NCTM, 2000) mediante el cual el individuo busca alcanzar un objetivo (Laterell, 2013), superar un obstáculo -solucionar un problema- o encontrar un camino de solución ante una situación que representa una dificultad (Polya, 1949/1980 citado en Laterell, 2013).

Aunque la anterior descripción de este concepto es la más usual existen distintas posturas frente al tipo de problemas que generan este proceso en las personas. Laterell (2013) intenta definir este concepto, la resolución de problemas, desde diferentes perspectivas, lo cual permitió evidenciar dos posturas al identificar esta habilidad: para algunos la resolución de problemas se emplea cuando un problema matemático es no rutinario o se desconoce por completo la estrategia para su solución, por otro lado hay quienes consideran que la resolución de problemas se aplica para solucionar problemas, rutinarios o no rutinarios, matemáticos sin importar si se conoce o no el método para su solución.

Como consecuencia de lo anterior, se obtienen dos categorías para los problemas matemáticos: rutinarios y no rutinarios. Piñeiro, Pinto & Díaz-Levicoy (2015, pp.8) definen estas categorías:

**Problemas rutinarios:** Usualmente utilizados para enseñar métodos de resolución de problemas, haciendo énfasis en la aplicación de modelos luego de aprender un tema específico.

**Problemas no rutinarios:** Utilizan estrategias heurísticas para trabajar problemas desconocidos. “Estos problemas contienen muchos casos a considerar, por lo que son muy útiles al momento de demostrar los procesos que se deben realizar al razonar y desarrollar la estrategia heurística utilizada” (pp.8).

Esto conduce a examinar las diferentes perspectivas que tiene la comunidad académica frente al concepto de resolución de problemas con el fin de establecer una definición universal de este, que permita caracterizarlo e identificarlo en los procesos desarrollados por los estudiantes en el aula de matemáticas.

Por lo cual, existen algunas investigaciones y teoría que reúnen características que ha de tener un buen solucionador de problemas. Dowshen (1980) describe a estos individuos

poseedores de una amplia gama de estrategias heurísticas, aparentan seguir un plan de ataque para resolver cualquier problema y muestran capacidad de ensayo y error. Además, tienen buenas habilidades aritméticas, confianza en su capacidad matemática, tendencia a comprobar sus respuestas, capacidad de estimar respuestas y usualmente tienen comprensión del problema antes de resolverlo.

Por otro lado, Polya (2013) caracteriza la resolución de problemas a partir de una serie de fases que tienden a implementar los buenos resolutores de problemas matemáticos, estas se dividen en cuatro y son:

**Comprensión del problema:** En donde el individuo reconoce y comprende el enunciado verbal, identificando las partes principales del problema como los datos, las condiciones y la incógnita. Además de esto debe ser capaz de describir y explicar el problema con fluidez y de manera autónoma (Polya, 2013).

**Concepción de un plan:** En esta fase se plantea la estrategia para solucionar el problema, por lo que el resolutor debe descubrir las relaciones existentes entre los datos e incógnita. La construcción o idea del plan puede surgir gradualmente, después de intentos infructuosos, o puede ocurrir repentinamente, en un instante. Lo anterior depende de la experticia y aprehensión de conceptos o estrategias adquiridas previamente por el sujeto, involucradas en el problema (Polya, 2013).

**Ejecución del plan:** El paso anterior da un esquema general para llegar a la solución del problema, sin embargo, es importante que en la realización del plan el resolutor examine cada paso, para evitar errores en la ejecución (Polya, 2013).

**Verificar la solución:** Al obtener la respuesta la persona ha de examinar la solución obtenida y verificar su validez dentro del contexto, lo cual ayuda a consolidar sus

conocimientos y desarrollar gradualmente su capacidad para resolver problemas (Polya, 2013).

A partir de las anteriores fases propuestas por Polya (1988), algunos autores han planteado diferentes etapas que describen procedimientos de las personas al solucionar problemas matemáticos. Así Piñeiro, Pinto & Díaz-Levicoy (2015) socializan algunas de estas perspectivas, por ejemplo, Mason, Burton y Stacey (1992 citados en Piñeiro, Pinto & Díaz-Levicoy, 2015) dividen la solución de problemas en procesos, fases y estados, los procesos son: particularizar/generalizar, conjeturar y demostrar; las fases propuestas son: abordaje, en donde se realiza un sondeo del problema; ataque, desarrollo de la estrategia escogida en la anterior fase; revisión, que permite la corrección y posible generalización del resultado.

Brandsford y Stein (1986 en Piñeiro, Pinto & Díaz-Levicoy, 2015) proponen cinco fases reducidas en sus siglas I. D. E. A. L. el cual es orientado por el modelo propuesto por Polya. I: Identificación del problema, D: Definición y representación del problema; E: Escoger una estrategia de solución; A: Aplicar/actuar según el plan; L: Logros, evaluar lo realizado.

Como resultado de lo anterior, se descubre que a pesar de las distintas descripciones de etapas para solucionar problemas matemáticos, socializadas por varios investigadores, la mayoría de estas tienen como punto de partida las fases propuestas por Polya (1988), por tanto, se concluye que un solucionador de problemas posee cuatro habilidades elementales: comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del plan y verificación, que son realizadas a la hora de resolver a un problema matemático.

Finalmente se establece, para este trabajo, el concepto de **resolución de problemas** como una habilidad matemática que reúne un conjunto de habilidades (comprensión del

problema, concepción de un plan, ejecución del plan y verificación) que se ejecutan en el proceso de solución de un problema matemático.

### ***Representaciones***

A continuación, se describe el papel que tienen las representaciones, dibujos o esquemas, construidas por los individuos a la hora de comprender, interpretar y resolver problemas matemáticos.

Según Van Garderen & Scheuermann (2014) resolver un problema matemático con palabras requiere que el solucionador active diferentes habilidades cognitivas como la comprensión conceptual, la cual es la comprensión integrada y funcional de los conceptos matemáticos, operaciones y relaciones entre los datos del enunciado; el conocimiento procedimental, que es la habilidad para realizar procedimientos; el conocimiento estratégico y adaptativo, como la capacidad de reflexionar y justificar matemáticamente; además de seleccionar estrategias adecuadas para representar y resolver problemas.

Usualmente los problemas matemáticos son presentados en forma de texto, enunciados, por lo cual un buen solucionador de problemas matemáticos realiza representaciones del enunciado con el fin de facilitar su comprensión (Van Garderen & Montague, 2003). El uso de diversas representaciones de los problemas matemáticos, por el solucionador indica sus habilidades para la comprensión y las relaciones que pueda construir entre los conceptos del enunciado (Arteaga-Martinez, Macías & Pizarro, 2020).

Por lo cual, uno de los procesos cognitivos importantes para obtener una comprensión de un problema matemático es la visualización, ya que, gracias a este el solucionador puede formar imágenes o diagramas, y utilizarlos para generar estrategias óptimas de solución (Zimmermann & Cunningham, 1991).

Así las representaciones visuales (desde ahora denominadas representaciones pictóricas) son útiles para comprender los problemas matemáticos, por lo cual se definen como representaciones que describen la apariencia visual de los objetos de los elementos del problema matemático. Estas representaciones son clasificadas según su funcionalidad en (Carney & Levin, 2002; Elia & Philippou, 2004; Hegarty & Kozhevnikov, 1999):

- Decorativa: No tienen ninguna relación con la lectura.
- Representativa: Contiene elementos del texto, pero no su totalidad.
- Organizativa (esquemáticas): Representa la estructura (secuencia) del texto, describen las relaciones espaciales que se describe en un problema.
- Informativa: Expone información esencial para solucionar el problema.
- Espaciales-visuales: Describen las relaciones entre los elementos del problema.

Como conclusión las representaciones pictóricas son una herramienta usada en la resolución de problemas para comprender, interpretar y generar estrategias que ayuden a encontrar la solución adecuada a los problemas matemáticos.

### **Cognición y Metacognición**

Ulric Neisser, define cognición al conjunto de todos los procesos mediante los cuales la información sensorial es transformada, reducida, elaborada, almacenada, recuperada y utilizada. (Posner & Bourke, 1992). De manera similar Pulido (2018) conceptualiza la cognición como “las elaboraciones e interpretaciones que realizan las personas, ante eventos y estímulos que provienen de su entorno y cómo el comportamiento de las personas se ajusta a estas interpretaciones internas.” (p.17). Teniendo en cuenta lo anterior, se asume como

**cognición** al compendio de procesos que realizamos con el fin de almacenar y utilizar información obtenida de nuestro entorno.

Un factor que puede influir en la cognición de los individuos es la metacognición (Flavell, 1979). La **metacognición** es definida por Favell (2000 en Papaleortiou-Louca, 2014) como el conocimiento que posee el sujeto de su proceso cognitivo. En otras palabras, la conciencia del sujeto de sus procesos de pensamiento y su regulación de la cognición (Papaleortiou-Louca, 2014).

Según Favell (1979) la supervisión de la cognición se produce mediante la interacción de varios factores, que son: el conocimiento metacognitivo, que comprende las creencias o conciencia que se posee sobre los factores que actúan e interactúan para cumplir un objetivo cognitivo; las experiencias cognitivas, vivencias cognitivas y afectivas relacionadas con la actividad intelectual; los objetivos/metas cognitivos y las acciones o estrategias empleadas para alcanzar los objetivos de la cognición.

Agregando a esto Ann Brown (1987 en Papaleortiou-Louca, 2014) establece la diferencia entre el conocimiento de la cognición y su regulación. El primero hace referencia los procesos netamente cognitivos que el individuo realiza y el segundo, regulación, son aquellas acciones que realiza el sujeto con el fin de ajustar su aprendizaje; este proceso puede ser afectado por patrones de activación, como la ansiedad, miedo, interés, etc. y de autoconcepto (autoestima o auto eficacia), Por lo cual, Papaleortiou-Louca, 2014 afirma que el concepto de metacognición se ha ampliado en el transcurso del tiempo, incluyendo aspectos psicológicos como los estados emocionales, los motivos, las intenciones. Así que la metacognición ha sido considerada como un proceso en el cual el individuo controla y es consciente de sus acciones psicológicas (cognición, emociones, motivación etc.).

Ahora, con el fin de identificar y caracterizar la metacognición, Kluwe (1982 en Papaleortiou-Louca, 2014) asegura que esta la compone dos actividades: el monitoreo y el control. Nelson & Narens (1990) amplían esta idea con su modelo monitoreo-control:

**Monitoreo:** Permite identificar y caracterizar las acciones cognitivas. En palabras de Kluwe (1982 en Papaleortiou-Louca, 2014) ayuda en la toma de decisiones para: identificar la tarea, verificar el progreso en el trabajo, evaluar el progreso y predecir el resultado.

**Control:** Activa las acciones requeridas para mejorar los desempeños de las funciones cognitivas, según la información proporcionada por el monitoreo. Regula el pensamiento, las decisiones para asignar recursos, establece el orden de los pasos y la intensidad o velocidad para realizar la tarea (Kluwe, 1982 citado en Papaleortiou-Louca, 2014).

Además de esto Nelson & Narens (1990) describen su modelo a partir de tres principios:

- Los procesos mentales se dividen en dos niveles objeto-nivel y meta-nivel.
- El meta-nivel contiene un modelo dinámico del objeto-nivel.
- Los dos niveles se relacionan por el flujo de información causado por el monitoreo, objeto-nivel a metanivel; y control meta-nivel a objeto-nivel.

Como resultado, la metacognición es un proceso que integra acciones cognitivas (monitoreo y control) para que el sujeto controle y sea consciente de su proceso cognitivo

### **Ambientes Virtuales de Aprendizaje**

En primer lugar, el concepto entorno virtual de aprendizaje, es asociado a la interacción en línea entre los estudiantes y docentes, con el fin de desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje (Sneha & Nagaraja, 2013).

Asimismo, Saza (2022) define los ambientes virtuales de aprendizaje [AVA] como “espacios en línea, pedagógicamente intencionados, donde se desarrollan las condiciones para llevar a cabo los diferentes procesos de enseñanza que repercuten en los procesos de aprendizaje” (p.33). Adicionalmente, Dillenbourg, Schneider & Synteta (2002) definen un ambiente virtual de aprendizaje “como un espacio de información diseñado para un proceso educativo en donde se comunican los actores que intervienen en el de manera efectiva y constante” (p. 80).

Es así como un AVA es un entorno educativo virtual en el cual las interacciones entre los usuarios, recursos y docentes generan los procesos de enseñanza-aprendizaje que impacta en los estudiantes en su adquisición de conocimientos y habilidades, específicas de un área.

Así, la función principal de un AVA es “desarrollar habilidades de autorregulación en los aprendices, crear nuevos espacios de colaboración entre docentes y estudiantes, reformar el aprendizaje tradicional e impactar positivamente en el logro de aprendizaje” (Valencia, Huertas & Baracaldo, 2014, p. 81), por lo cual, según Pibaque & Larreal (2023) los AVA “permite por medio de redes interactuar, discutir, compartir y desarrollar trabajos de tipo colaborativo, [...] con el fin que el estudiante adquiera conocimientos y destrezas formativas, cognitivas por medio de la participación activa” (p. 9267).

Por otro lado, Rodríguez y Barragán (2017, en Pibaque & Larreal, 2023) consideran que los AVA

[...] facilitan la divulgación de contenidos de tipo informativo, este tipo de tecnologías está orientado a la promoción de actividades cognitivas, lo que favorece la comunicación directa entre los participantes y el desarrollo de distintas destrezas y habilidades que potencien la construcción activa del conocimiento, siendo una

herramienta eficaz que permite potenciar los cambios y apoyar el desarrollo de nuevos modelos (p. 9269).

A partir de lo anterior, algunos autores describen las características de los AVA. Según Llorente, (2007); Williams, Schrum, Sangrá y Guárdia, (2001 citados en Valencia, Huertas & Baracaldo, 2014) tres aspectos identifican a un AVA, las herramientas de comunicación que son el eje de estos ambientes, ya que permiten la comunicación de los participantes en el proceso de enseñanza. Los contenidos, acordes a un currículo. La gestión del ambiente, creación de cursos, usuarios y facilidades de acceso.

Similarmente, Hernández et al. (2022) y Mujica (2019 citados en Pibaque & Larreal, 2023) describen cuatro características que poseen los ambientes virtuales de aprendizaje:

- Es un ambiente electrónico constituido por tecnologías digitales.
- Es de acceso remoto, así que es accesible desde cualquier dispositivo y en cualquier lugar con conexión a internet.
- Las aplicaciones y programas que forman el AVA son soporte para las actividades construidas.
- Las interacciones entre docente y estudiantes ayudan a coincidir en espacio y tiempo dentro del AVA.

Consolidando las anteriores características de los AVA Vargas-Murillo (2021) describe, amplía y desglosa siete rasgos (Tabla 1) considerados como los principales para que un entorno virtual sea considerado un AVA.

**Tabla 1.** *Características de un Ambiente virtual de aprendizaje.*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Interactividad</b>	Es la capacidad del receptor para controlar un mensaje no lineal hasta el grado establecido por el emisor, dentro de los límites del medio de comunicación asincrónico.

<b>Flexibilidad</b>	Cuando LMS [Sistema de gestión de Aprendizaje] ofrece flexibilidad, la plataforma no se mantiene rígida a los planes de estudio, sino que puede adaptarse tanto a la pedagogía como a los contenidos adoptados por una organización.
<b>Escalabilidad</b>	Se refiere a la propiedad de aumentar la capacidad de trabajo de un sistema, son comprometer por ello su funcionamiento y calidad habituales. Es decir, poder crecer sin perder la calidad en sus servicios.
<b>Estandarización</b>	Un estándar es un método aceptado, establecido y seguido normalmente para efectuar una actividad o función, para lo cual se deben cumplir ciertas reglas (implícitas y explícitas) con el fin de obtener los resultados esperados y aprobados para la actividad o función.
<b>Usabilidad</b>	Se refiere a la rapidez y facilidad con que las personas realizan tareas propias mediante el uso de un producto, y se logran objetivos específicos con Efectividad, Eficiencia y Satisfacción.
<b>Funcionalidad</b>	Las funciones que cumple un objeto son fijadas por las necesidades que desea que el objeto satisfaga. Un objeto es funcional si cumple las funciones que le fueron asignadas.
<b>Ubicuidad</b>	La ubicuidad en un LMS es la capacidad de una plataforma de hacerle sentir al usuario omnipresente: le transmite la seguridad de que en ella encontrará todo lo que necesita. La tecnología nos permite estar presentes en diferentes lugares al mismo tiempo.
<b>Persuabilidad</b>	Es una palabra compuesta por dos términos (persuasión y usabilidad) e implica la integración y articulación de cuatro características (Funcionalidad, Usabilidad, Ubicuidad e Interactividad).
<b>Accesibilidad</b>	La accesibilidad se refiere a los medios que permiten a personas con otras capacidades a acceder a la información online, la información es accesible cuando logra el nivel más alto de utilización.

**Nota.** Tomado de “Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje” Vargas-Murillo (2021, p. 81)

Agregando a lo anterior, Vargas-Murillo (2021, p.83) identifica los elementos que conforman un AVA, estos son:

Los usuarios: Docentes, encargados de establecer los recursos y actividades y los estudiantes que desarrollan el contenido del AVA.

Plan de estudios: Son los contenidos, temas específicos del área de estudio.

Especialistas: Grupo de personas encargados de diseñar, desarrollar y materializar todos los contenidos educativos en el AVA.

Sistema de gestión de aprendizaje: Son sistemas (softwares) que permiten registrar las acciones del estudiante dentro del AVA, constan de herramientas para crear actividades (foros, chats, grupos de discusión, etc.) y dan acceso a recursos de apoyo, como archivos, videos, audios, etc.

Para finalizar, los AVA se pueden clasificar en 4 tipos, de acuerdo con Vargas-Murillo (2021) y Martelo et al. (2020 citados en Pibaque & Larreal, 2023) estos son:

- Plataformas e-learning: En donde los contenidos están disponibles por módulos.
- Blogs educativos: Discusión de diferentes temáticas por parte de los estudiantes.
- Wikis: Conocidas como páginas web que permiten la creación y edición de su contenido de manera colaborativa.
- Las redes sociales: Funcionan como entornos de aprendizaje debido a la construcción de relaciones que pueden establecerse entre los usuarios.

Así, que un AVA es aquel espacio virtual cuyo objetivo es impactar en la enseñanza y aprendizaje de sus usuarios a partir de su interacción, y se caracteriza por su interactividad, flexibilidad, escalabilidad, estandarización, usabilidad, funcionalidad, ubicuidad, persuabilidad y accesibilidad (Vargas- Murillo, 2021).

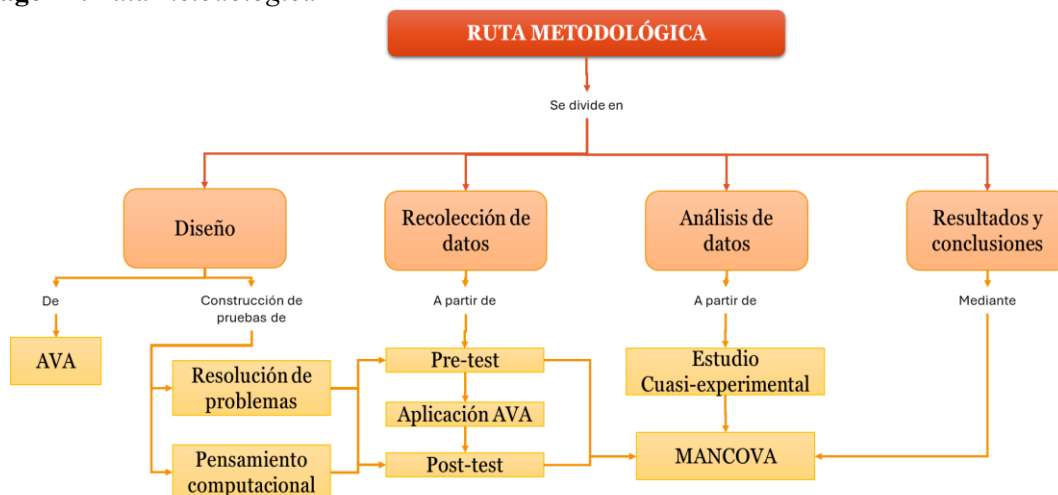
## METODOLOGÍA

En este capítulo se describen los aspectos metodológicos implementados en la investigación. En primer lugar, se presenta la metodología que es distribuida en cuatro etapas, descritas en el diseño de la investigación, luego se describen las variables y las hipótesis propuestas para alcanzar el objetivo de la investigación. Finalmente se presentan y describen los instrumentos aplicados para la indagación (pruebas de pensamiento algorítmico y resolución de problemas) y el AVA construido, junto con la descripción de los participantes.

### Diseño de la Investigación

La ruta metodológica se divide en 4 etapas, las cuales se visualizan en la Imagen 1 y se describen a continuación.

**Imagen 1.** Ruta metodológica



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de cumplir el primer objetivo específico de la investigación, la primera etapa consta del diseño del AVA, junto con la construcción de las pruebas de pensamiento algorítmico y resolución de problemas. Para esto, se realiza la adaptación de la prueba de pensamiento computacional propuesta por Román-González (2016), para el pensamiento algorítmico, y la elaboración del cuestionario que identifica las habilidades de resolución de

problemas, entre los estudiantes de la muestra. Esto con el fin de identificar el impacto que genera el AVA en estas habilidades, abordando los objetivos dos y tres de la investigación.

Para el diseño del AVA, la creación de actividades, ejercicios y cuestionarios son contruidos a partir del currículo propuesto para el grado sexto y las teorías propuestas por: Pulido (2018), (Papaleortiou-Louca, 2014) y Favell (1979) con el fin de abordar la cognición y metacognición del usuario en el AVA; además, de las orientaciones dadas por Carney & Levin (2002), Elia & Philippou, (2004) y Hegarty & Kozhevnikov (1999) alrededor de las representaciones gráficas en la resolución de problemas; la conceptualización propuesta por Cárdenas, Salazar & Cárdenas (2020) para la comprensión lectora, específicamente el nivel literal; y la definición de pensamiento algorítmico como la habilidad que posee un individuo para construir una serie de pasos ordenados con el fin de resolver un problema (Stephens & Kadijevich, 2020; Pinzón-Pérez, Román-González & González-Palacio, 2023).

Los recursos hacen parte del ambiente virtual denominado **Gráficos y Soluciones, un camino visual en Matemáticas**, el cual es construido utilizando como sistema gestor de aprendizaje [LMS] la plataforma Moodle.

La segunda etapa es la recolección de los datos, que se desarrolla en tres momentos: 1° Realización de los *pretest*, 2° implementación de los diferentes AVA y 3° Aplicación de los *postest*. Lo anterior con el objetivo de realizar un análisis cuasi-experimental, con un enfoque cuantitativo, el cual según Campbell & Stanley (1963) es realizado cuando los grupos de investigación no son conformados de manera aleatoria, por lo cual se controla algunas variables asociadas (covariables) en la investigación aplicando pruebas previas y posteriores en los grupos de investigación.

En la implementación de los diferentes AVA, se desarrollan tres tipos de AVA los cuales poseen las mismas temáticas a trabajar (ecuaciones con naturales, teoría de números

y números enteros) y el uso de representaciones pictóricas, mediante videos o secuencia de imágenes, como ayuda para comprender los enunciados matemáticos. Sin embargo, los tres AVA presentan algunas diferencias en sus actividades, esto con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos, el primer AVA [AVA-Tipo I] contiene diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar cada uno de los problemas matemáticos planteados, además de cuestionarios con preguntas cognitivas y metacognitivas, como activadores para la comprensión lectora e interpretación de diagramas.

El segundo AVA [AVA-Tipo II] se diferencia del AVA-Tipo I, por no poseer los cuestionarios con preguntas cognitivas y metacognitivas. Por último, el AVA-Tipo III, tercer AVA, contiene únicamente las representaciones pictóricas de los enunciados matemáticos.

En la Tabla 2 se observa las características anteriormente descritas de los AVA implementados en cada uno de los grupos conformados.

**Tabla 2.** Características de los AVA en cada grupo.

<b>Elementos del AVA</b>	<b>Representaciones pictóricas</b>	<b>Diagramas</b>	<b>Comprensión lectora</b>	<b>Denominación del AVA</b>
<b>Grupos</b>				
GRUPO 1	X	X	X	AVA-Tipo I
GRUPO 2	X	X		AVA-Tipo II
GRUPO 3	X			AVA-Tipo III

Fuente: Elaboración propia.

La penúltima etapa, de la metodología de la investigación comprende la elaboración del análisis inferencial realizado, el cual se desarrolla mediante un análisis multivariado de covarianza [MANCOVA] con el fin de identificar el impacto que posee cada uno de los AVA implementados en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas matemáticos.

Finalmente, se elaboran y exponen los resultados y conclusiones obtenidas a partir de los análisis realizados, los objetivos propuestos y la teoría previamente recopilada para el desarrollo de la investigación.

## **Variables**

El estudio se desarrolla con un diseño cuasiexperimental, ya que los tres grupos de estudiantes fueron previamente conformados. Así se determina una **variable independiente**, el **AVA, Gráficos y soluciones. Un camino visual en Matemáticas** el cual integra representaciones pictóricas de enunciados matemáticos, con tres valores determinados a partir de los elementos/recursos que contiene: a) Diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar cada uno de los problemas matemáticos planteados y preguntas cognitivas y metacognitivas; b) Diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar cada uno de los problemas matemáticos planteados; c) AVA con representaciones pictóricas. Las **variables dependientes** fueron dos: a) *Post-test* de resolución de problemas y b) *Post-test* de pensamiento algorítmico. Además, se utilizó dos **covariables**, de acuerdo con las variables dependientes, los *pretest* de las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico.

Con el fin de determinar las diferencias entre los tres grupos se llevará a cabo un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA), el cual determinará si la implementación del Ambiente Virtual de Aprendizaje influyó en las variables dependientes (pensamiento algorítmico y resolución de problemas), al considerar y controlar las covariables.

## **Hipótesis**

Dado que la presente investigación busca demostrar el impacto que tiene un AVA, con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora de enunciados matemáticos e interpretación de diagramas para solucionar problemas matemáticos, en el desarrollo de las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas. Se plantean las siguientes hipótesis alternativa y nula:

**$H_1$ :** La implementación del AVA-Gráficos y soluciones, un camino visual en Matemáticas, tiene un efecto significativo en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas de los estudiantes.

**$H_0$ :** La implementación del AVA-Gráficos y soluciones, un camino visual en Matemáticas, no tiene un efecto significativo en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas de los estudiantes.

### **Instrumentos**

Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos, con el fin de evidenciar el nivel de los estudiantes en sus habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas, a continuación, se describen estos instrumentos.

#### ***Prueba de Pensamiento Computacional***

Esta prueba fue desarrollada por el Dr. Marcos Román-González (2016) con el fin de medir el nivel de desarrollo de pensamiento computacional del sujeto. Consta de 28 preguntas de opción múltiple (4 opciones) con única respuesta, con un tiempo estimado de 45 minutos.

Cada ítem del instrumento está diseñado de acuerdo con tres habilidades del pensamiento computacional, Secuenciación: el estudiante debe de secuenciar, enunciado la manera adecuada del conjunto de comandos (14 preguntas); Completamiento: Completar el conjunto de comandos incompletos (9 preguntas); Depuración: seleccionar el conjunto de comandos incorrectos (5 preguntas). En la Tabla 3, se presentan algunos ejemplos de las preguntas de acuerdo con las tres habilidades propuestas.

Debido a que la prueba propuesta por el Dr. Marcos Román-González (2016) integra las habilidades de secuenciación, completamiento y depuración (Tabla 3), se considera que esta prueba **mide el pensamiento algorítmico** teniendo en cuenta las características de esta

habilidad dadas por Pinzón-Pérez, Román-González & González-Palacio (2023) y Shim (2019), ya que integra las capacidades de abstracción (en su habilidad de completamiento), secuenciación y depuración.

**Tabla 3. Habilidades del Test de Pensamiento computacional.**

Habilidad	Ejemplo	
<p><b>Secuenciación</b></p> <p>Preguntas 1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25 y 27.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PREGUNTA 13</b></p> <p>¿Qué órdenes llevan a 'Pac-Man' hasta el fantasma por el camino señalado?</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>Opción A</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción B</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción C</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción D</p> </div> </div>	
<p><b>Completamiento</b></p> <p>Preguntas 2, 6, 10, 15, 20, 23, 24, 26 y 28.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PREGUNTA 6</b></p> <p>¿Cuántas veces se debe repetir la secuencia para llevar a 'Pac-Man' hasta el fantasma por el camino señalado?</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>Opción A</p> <p>× 2</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción B</p> <p>× 1</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción C</p> <p>× 4</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Opción D</p> <p>× 3</p> <p style="text-align: right;">✓</p> </div> </div>	
<p><b>Depuración</b></p> <p>Preguntas 3, 7, 11, 16 y 19.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PREGUNTA 11</b></p> <p>Para que 'Pac-Man' llegue hasta el fantasma por el camino señalado, ¿en qué paso de la siguiente secuencia de órdenes hay un <b>error</b>?</p>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Román-González (2016).

Es importante resaltar que la prueba presenta un alfa de Cronbach variable respecto al dispositivo en donde se aplica el instrumento y el nivel de escolaridad, en el caso de usar un ordenador el alfa de Cronbach es de 0.719, para edades entre 10 a 12 años, (Román-González, 2016, p.403).

### ***Cuestionario de Resolución de Problemas***

Esta prueba fue elaboración propia recolectando preguntas del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias [TIMMS por sus siglas en inglés] y situaciones problema de libros de texto. La selección de estas preguntas (ver Imagen 2) se realizó teniendo en cuenta que: la solución a la situación problema debe obtenerse con dos o más operaciones aritméticas (problemas no rutinarios), las situaciones deben de solucionarse utilizando únicamente las cuatro operaciones básicas de la aritmética (suma, resta, multiplicación y división) y los problemas no tienen conexión teórica con los temas que aborda el AVA (ecuaciones, mínimo común divisor, máximo común múltiplo y números enteros).

**Imagen 2.** Ejemplos de problemas. Prueba de Resolución de problemas.

- 2) En una carrera de obstáculos José gastó 5 minutos más que Fernanda para llegar a la meta. Santiago gastó tres minutos menos que José y Carolina gastó un minuto más que José. Determina ¿Quién llegó de segundas a la meta?

IDEAS PARA RESOLVER	Operaciones

- 5) En el conjunto de Tadeo hay un parqueadero de 4 plantas. En el primer nivel hay 18 espacios libres. En el segundo nivel hay 8 espacios más que en el primero y en el tercer nivel hay 9 espacios más que en el segundo. En el cuarto nivel hay 51 espacios libres. ¿Cuántos espacios libres hay en total para parquear?

IDEAS PARA RESOLVER	Operaciones

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, con el fin de evidenciar las habilidades de resolución de problemas, como lo sugiere Polya (1988), Díaz & Díaz (2020) y Laterell (2013) se espera que el instrumento permita evidenciar cuatro sub-habilidades clave de un buen solucionador de problemas, estos son: comprensión del problema, diseño de un plan, ejecución del plan y verificación del proceso. Por lo cual este instrumento se aplica utilizando lápiz y papel evidenciando las respuestas y los procedimientos, realizados por los estudiantes.

Así, debido a la metodología asumida en la aplicación de este instrumento se tiene en cuenta la rúbrica de evaluación, descrita en la Tabla 4, para cada una de las cuatro sub-habilidades de la resolución de problemas. En la **comprensión** se tiene en cuenta la identificación de los datos y la elección de las operaciones a partir del enunciado; el **diseño del plan** está conformado por la subdivisión del problema con el fin de elaborar la secuencia de pasos para encontrar la solución; la **ejecución del plan** se evalúa si el camino escogido (diseño del plan) es correcto/coherente con la situación y si las operaciones realizadas son aritméticamente correctas; por último en la **verificación del plan** se identifica si el estudiante verifica los resultados obtenidos e interpreta estos dentro del contexto de la situación planteada.

**Tabla 4.** *Criterios para instrumento de resolución de problemas.*

		1	2	3	4	5
<b>Comprensión</b>	Identifica los datos	No identifica ningún dato	No discrimina los valores dados, todos son asumidos como datos.	Identifica de manera incompleta los datos*		Identifica de manera completa los datos
	Escoge las operaciones correctas para resolverlo.	No registra ninguna operación vinculada lógicamente a la situación planteada.	Registra muy pocas operaciones coherentes con la situación planteada.	Registra pocas operaciones coherentes con la situación planteada.	Registra algunas operaciones coherentes con la situación planteada.	Registra todas las operaciones coherentes con la situación planteada.

<b>Diseño del plan</b>	Subdivide el problema	No divide la situación problema.	Consigna parcialmente una secuencia de pasos para resolver el problema*			Anota una secuencia de pasos para resolver el problema.
	Camino escogido es correcto	La secuencia de pasos no es coherente para resolver el problema.	Consigna parcialmente una secuencia de pasos coherente para resolver el problema*			Anota una secuencia de pasos coherente para resolver el problema.
<b>Ejecución del plan</b>	Las operaciones realizadas son correctas	Ninguna operación realizada es correcta.	Muy pocos resultados de las operaciones son correctos.	Pocos resultados de las operaciones son correctos.	Algunos resultados de las operaciones son correctos.	Todos los resultados de las operaciones son correctos.
	Verifica los resultados.	No hay ninguna verificación	Verifica muy pocas operaciones	Verifica pocas operaciones	Verifica algunas operaciones	Verifica los resultados obtenidos
<b>Verificación del plan</b>	Interpreta los resultados en el contexto.	Redacta completamente una respuesta incorrecta.	Redacta parcialmente una respuesta coherente con la pregunta propuesta*			Redacta una respuesta totalmente correcta.

Fuente: Elaboración propia a partir de Polya (1988), Díaz & Díaz (2020) y Laterell (2013).  
 Nota. (\*) La valoración en estas habilidades depende de la cantidad de elementos totales y la cantidad registrada por el estudiante.

En conclusión, las pruebas realizadas antes y después de la intervención con el AVA constaron de cinco ejercicios matemáticos (Ver Anexo 2) los cuales para su solución es necesario realizar más de una operación aritmética, problemas no rutinarios, que abordan habilidades y saberes previos enfocados en las operaciones de adición, sustracción, multiplicación y división.

### **Descripción del AVA- Gráficos y Soluciones. Un Camino Visual en Matemáticas**

Para la implementación del AVA en cada uno de los grupos, se desarrollaron tres ambientes virtuales de aprendizaje que tienen en común las temáticas específicas de acuerdo con el currículo del grado sexto: Ecuaciones con números naturales, Teoría de números naturales (mínimo común múltiplo y máximo común divisor) y Adición y sustracción de números enteros.

Se desarrollaron cuatro módulos dentro de cada ambiente, uno informativo y los demás orientados hacia las tres temáticas. Cada uno de los tres módulos se dividió en dos secciones: 1) Aprendizaje, en el cual se presentan ejemplos de acuerdo con la temática a trabajar y 2) Ahora es tú turno, con actividades y ejercicios de aprendizaje.

Las dos secciones son divididas en tres tipos diferentes de recursos (Tabla 5) que se habilitan de acuerdo con cada grupo.

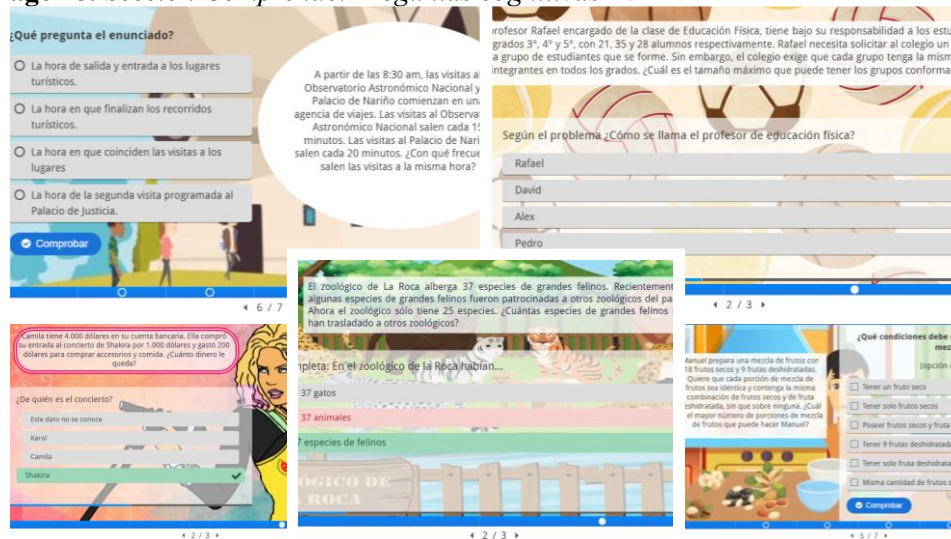
**Tabla 5. Tipos de actividades de acuerdo con cada AVA.**

Tipo de actividades	AVA-Tipo I	AVA-Tipo II	AVA-Tipo III
<b>Comprende</b>	Si	No	No
<b>Observa</b>	Si	Si	Si
<b>Organiza</b>	Si	Si	No
<b>Preguntas cognitivas y metacognitivas</b>	Si	No	No

Fuente: Elaboración propia.

- Recursos “**Comprende**”: Aluden a cuestionarios para comprobar la comprensión lectora en su nivel literal, se busca que el estudiante extraiga información explícita (Cárdenas, Salazar & Cárdenas, 2020) del enunciado matemático.

**Imagen 3. Sección Comprende. Preguntas cognitivas AVA.**



Fuente: Creación propia en Lumi 2024.

- Recursos “**Observa**”: Presentan de manera gráfica la situación problema, se muestra mediante un video la situación problema en la sección 1) Aprendizaje. Por otro lado, en la sección 2) Ahora es tú turno, se presentan imágenes que los estudiantes han de ubicar de manera secuencial siguiendo la cronología de la situación problema planteada.

**Imagen 4. Sección “Observa”. Representaciones pictóricas AVA.**



Fuente: Creación propia en Lumi 2024.

- Recursos “**Organiza**”: Son diagramas que describen el paso a paso para llegar a la solución de la situación problema planteada. En la primera sección del cada módulo (componente Aprendizaje) estos diagramas son presentaciones interactivas, en cambio en la sección 2, Ahora es tu turno, estas representaciones deben ser completadas por los estudiantes en cada uno de sus pasos, para construir el camino hacia la solución.

**Imagen 5. Sección Organiza. Diagramas de solución AVA.**

Ahora, se representa la **secuencia de pasos** a seguir para dar solución al problema, **observa y léelo** muy bien.

**Problema**  
Juliana compró unas canicas y las repartió en partes iguales entre sus cuatro amigas y su hermano Mateo. Mientras jugaba, Mateo perdió 2 canicas y ahora sólo tiene 7 canicas. Averigua cuántas canicas compró Juliana en total.

**DATOS**

- Juliana repartió igual cantidad de canicas entre sus 4 amigas y su hermano.
- Mateo perdió 2 canicas.
- Mateo se quedó con 7 canicas.

**Pregunta (incógnita)**  
¿Cuántas canicas había comprado Juliana?

1. Identifica el dato desconocido.  
2. Calcula las canicas que tenía Mateo.  
3. Juliana repartió la misma cantidad de canicas a 5 personas.  
4. Relaciona las canicas que tenía Mateo con la manera en que Juliana repartió sus canicas.  
5. Soluciona la ecuación.

Ahora, se representa la **secuencia de pasos** a seguir para dar solución al problema, **observa y léelo** muy bien.

**Problema**  
Multiplicar los fracciones encontrados. Recuerda multiplicar fracciones encontradas.

**DATOS**

- Temperatura inicial 12°C.
- Temperatura durante la tormenta 7°C.
- Temperatura al final de la tormenta 19°C.

**Pregunta (incógnita)**  
¿Cuál era la temperatura al final de la tormenta?

1. Representa la temperatura inicial como Z.  
2. Calcula el total de grados en que disminuye la temperatura.  
3. Opera los totales y representa el resultado en Z.  
4. Representa en Z el total de grados que disminuye.

Fuente: Creación propia en Lumi 2024.

Es importante resaltar que el AVA-Tipo I se destaca por implementar preguntas cognitivas, ver imagen 6 (sección comprende) y metacognitivas, con el fin de que el estudiante determine su nivel de comprensión en el paso a paso para obtener la solución y comprensión lectora del enunciado, al finalizar de cada situación problema planteada.

**Imagen 6. Sección Comprensión. Preguntas metacognitivas.**

Marca tu nivel de seguridad respecto a cada afirmación (1 = No muy seguro, 5 = Muy seguro).

Afirmación	1 No muy seguro	2	3	4	5 Muy seguro
Puedo describir con mis palabras el problema planteado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo explicar con mis palabras el procedimiento para resolver el problema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Son claras las operaciones y procesos que debo hacer para resolver el problema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Te sientes capaz de realizar el procedimiento y resolver el problema de manera correcta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: Creación propia.

**Descripción de los Participantes**

La población del estudio son estudiantes de grado sexto de la institución educativa privada San José de Calasanz [CCS], ubicada en la localidad de Suba de la ciudad de Bogotá. Para la recolección de datos, se obtiene el consentimiento informado de los padres o tutores legales de los estudiantes (Anexo A.), por lo cual el tamaño de la muestra fue de 87 participantes (51 niños y 36 niñas) los cuales oscilan entre 10 a 13 años ( $M=11.04$ ,  $SD=0.55$ ).

**Tabla 6.** Cantidad de estudiantes discriminados por sexo y AVA utilizado.

	Tipos de AVA		
	6A AVA- Tipo I	6B AVA-Tipo II	6C AVA-Tipo III
<b>Hombres</b>	18	19	14
<b>Mujeres</b>	12	13	11
<b>Total</b>	30	32	25

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de CCS.

La muestra estaba previamente dividida en tres grupos (Tabla 6), 6A con 30 estudiantes (34.48%), 6B con 32 estudiantes (36.78%) y 25 estudiantes de 6C (28.74%). La recolección de datos se realizó durante los meses de marzo a junio del año 2025 en algunas sesiones de clase de matemáticas a cargo de la docente autora del presente estudio.

Además, cada uno de los grupos presentan diferentes características generales en el área de matemáticas, en grupo 6A destaca durante el primer trimestre del año por tener un

promedio de 2.4 (SD=1.14) (sobre 5.0) en su desempeño en las pruebas estandarizadas, además de ser un grupo en donde los estudiantes dialogan constantemente durante las clases impactando en su nivel de atención. Por otro lado, 6B es un curso que se destaca por sus aptitudes matemáticas en la mayoría de los estudiantes, realizando justificaciones e indagando en los procedimientos matemáticos de manera autónoma, sin embargo, demostraron una media de 2.5 (SD=1.01) en las pruebas estandarizadas de la institución. Por último, el curso 6C se destaca por su atención en las sesiones, pero su interpretación y comprensión en enunciados o justificaciones matemáticas son deficientes, sin embargo, este grupo presentó un promedio de 2.8 (SD=0.96) en las pruebas estandarizadas realizadas al terminar el primer periodo.

### **Implementación de los Instrumentos**

Con el fin de obtener los datos necesarios para el estudio cuasiexperimental los instrumentos, que evalúan la resolución de problemas y el pensamiento computacional, son implementados al inicio y final de la intervención, en los meses de marzo y junio del año 2025.

El cuestionario de resolución de problemas se implementó en sesiones de clase (45 minutos) indicando a los estudiantes el registro de sus ideas para resolver los problemas (datos, secuencia de pasos, dibujos, esquemas), el procedimiento aritmético realizado y la respuesta correspondiente a la situación planteada, insumos necesarios para evidenciar el nivel de esta habilidad, contrastando su registro con la rúbrica (Tabla 4. Criterios para instrumento de resolución de problemas) de evaluación creada para puntuar esta habilidad de acuerdo con sus componentes: comprensión del problema, diseño de un plan, ejecución del plan y verificación del proceso.

Por otro lado, la prueba de pensamiento computacional es realizada de manera individual en la sala de informática de la institución, para su realización se otorgan 45 minutos. Para la mayoría de los estudiantes la prueba mostraba ejercicios de programación en bloques los cuales eran familiares y conocidos por estudiantes que tenían más de un año dentro de la institución, esto debido al currículo manejado en el área de tecnología.

Durante el desarrollo de las pruebas, se indica a los estudiantes desarrollar un trabajo autónomo y sensato con el fin de recolectar evidencia auténtica en cada una de sus habilidades.

La intervención con los diferentes AVA-Gráficos y soluciones. Un camino visual en Matemáticas, en los tres grupos considerados para el estudio, se propuso de manera semanal con una duración entre 30 a 40 minutos cada intervención, esto debido a las disposiciones del espacio (sala de tecnología) dentro de la institución. Además, durante el periodo de aplicación este fue discontinuo, esto debido a las diferentes actividades institucionales propuestas de manera externa al proceso investigativo.

## ANÁLISIS

El presente estudio tiene como objetivo estudiar la incidencia que posee un AVA que posee diferentes representaciones (pictográficas y esquemáticas) y preguntas (cognitivas y metacognitivas) para la comprensión lectora de enunciados matemáticos sobre las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico; mediante un análisis multivariado de covarianza [MANCOVA]. Para lo cual las variables dependientes de la investigación fueron: 1) La habilidad de resolución de problemas y 2) la habilidad de pensamiento computacional. Por otro lado, la variable independiente es 1) el AVA denominado Gráficos y soluciones. Un camino visual en Matemáticas.

### **Análisis previo**

Las bases de datos recolectadas por los grupos de la muestra fueron organizadas y validadas con el fin de garantizar la calidad de los resultados, utilizando el software Statistical Package for Social Sciences [SPSS] versión 25. Se preparó la base de datos verificando valores perdidos y eliminando los valores atípicos (distancia de Mahalanobis), considerando en un principio las dos variables dependientes y luego las posibles combinaciones entre los factores que componen las dos habilidades, como lo son la comprensión, ejecución, planificación y verificación, en la resolución de problemas, y secuenciación, completamiento y depuración del pensamiento computacional. Por lo cual la muestra inicial de 87 sujetos se redujo a 86<sup>1</sup> sujetos, distribuidos en los tres grupos previamente conformados, como se muestra en la Tabla 7, por lo cual la muestra de estudio se distribuyó en los diferentes cursos de la siguiente manera: 6A con 30 estudiantes, 31 estudiantes de 6B y 25 estudiantes de 6C.

---

<sup>1</sup> Considerando 5 variables dependientes, correspondientes a las sub-habilidades (comprensión, ejecución, verificación, depuración y secuenciación) de las habilidades de resolución y pensamiento computacional.

**Tabla 7.** *Distribución de la muestra en los grupos de estudio.*

	6A	6B	6C
	AVA- Tipo I	AVA-Tipo II	AVA-Tipo III
<b>Hombres</b>	18	19	14
<b>Mujeres</b>	12	12	11
<b>Total</b>	30	31	25

Fuente: Elaboración propia.

### **Pensamiento computacional y resolución de problemas**

En esta sección se abordará los análisis realizados con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, se espera reconocer la influencia que posee el AVA-Tipo I con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico. Al mismo tiempo, determinar la incidencia que tiene el uso de representaciones esquemáticas, inmersas en el AVA-Tipo II, en el pensamiento algorítmico y en la resolución de problemas matemáticos, con el fin de abordar los objetivos dos y tres de la investigación.

Para empezar, se verifica el **supuesto de normalidad de las variables dependientes del estudio**, acogiendo como criterio la asimetría y curtosis, aplicada a las variables dependientes (pruebas posteriores) 1) La habilidad de resolución de problemas y 2) la habilidad de pensamiento algorítmico, frente a la variable independiente, el AVA. Como resultado, se obtienen valores de asimetría entre -2 y 2 los cuales se consideran aceptables según para George & Mallery (2010) y de curtosis entre -7 y +7 valores aceptables según Hair, et al. (2010) y Byrne (2010).

**Tabla 8.** *Asimetría y Curtosis variables dependientes.*

Variable Dependiente	Descriptivos	
	AVA	Estadístico
Resolución de problemas	1	Asimetría - ,617
		Curtosis -1,051
	2	Asimetría -1,927
		Curtosis 3,798
	3	Asimetría -,078
		Curtosis -1,321

Pensamiento algorítmico	1	Asimetría	-,485
		Curtosis	-,382
	2	Asimetría	-,145
		Curtosis	-,600
	3	Asimetría	-,153
		Curtosis	1,033

Fuente: Elaboración propia.

Además, los resultados obtenidos en la Tabla 9, indica el cumplimiento el **supuesto de varianza-covarianza**, por lo cual los resultados del análisis MANCOVA deben darse mediante el indicador de “Lambda de Wilks” ya que el nivel de significancia es mayor al 5% con un 36.5%. La prueba de Box (Tabla 9) revela que se pueden suponer variaciones iguales ( $F(6,135414) = 1.091, p=.365$ ) lo cual indica que la relación entre las variables dependientes, resolución de problemas y pensamiento algorítmico, entre los grupos son similares.

**Tabla 9.** Prueba de Box. Variables dependientes

<b>M de Box</b>	6,786
<b>F</b>	1,091
<b>gl1</b>	6
<b>gl2</b>	135414,460
<b>Sig.</b>	,365

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10 muestra los resultados del MANCOVA para la homogeneidad de la prueba de regresión en donde se evidencia que la interacción entre la resolución de problemas y el pensamiento algorítmico no es significativa ( $Wilk's = .825, F(6,154) = 2.596, p > 0.05$ ) por lo cual los grupos presentan características similares en estas dos variables.

**Tabla 10.** Prueba de homogeneidad de las pendientes de regresión.

Efecto	Lambda de Wilks	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	$\eta^2$
<b>Intersección</b>		,818	8,586	2,000	77,000	,000	,182
<b>AVA</b>		,774	5,247	4,000	154,000	,001	,120
<b>Resolución de problemas</b>		,940	2,445	2,000	77,000	,093	,060
<b>Pensamiento algorítmico</b>		,996	,169	2,000	77,000	,845	,004
<b>AVA* Resolución de problemas*</b>							
<b>Pensamiento algorítmico</b>		,825	2,596	6,000	154,000	<b>,020</b>	,092

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó un **MANCOVA completo** (Tabla 11) en donde los criterios de Lambda de Wilks indican diferencias grupales significativas en las habilidades consideradas, la resolución de problemas y el pensamiento algorítmico.

**Tabla 11.** Resumen MANCOVA. Resolución de problemas y Pensamiento algorítmico.

Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	$\eta^2$
<b>Intersección</b>	,754	13,027	2,000	80,000	,000	,246
<b>Resolución de problemas</b>	,725	15,180	2,000	80,000	<b>,000</b>	,275
<b>Pensamiento algorítmico</b>	,785	10,956	2,000	80,000	<b>,000</b>	,215
<b>AVA</b>	,755	6,028	4,000	160,000	,000	,131

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se evidencia que el Ambiente virtual utilizado incide en el pensamiento algorítmico ( $F(2,81)=4.88, p<0.05, \eta^2=.107$ ) y en la resolución de problemas ( $F(2,81)=9.074, p<0.01, \eta^2=.183$ ).

**Tabla 12.** Pruebas efectos inter-sujetos. Resolución de problemas y pensamiento algorítmico.

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	$\eta^2$
<b>Modelo corregido</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,462 <sup>a</sup>	4	,116	9,391	,000	,317
	<b>R. Problemas</b>	70,534 <sup>b</sup>	4	17,633	18,469	,000	,477
<b>Intersección</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,322	1	,322	26,192	,000	,244
	<b>R. Problemas</b>	,965	1	,965	1,011	,318	,012
<b>Resolución de problemas</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,010	1	,010	,782	,379	,010
	<b>R. Problemas</b>	29,282	1	29,282	30,670	,000	,275
<b>Pensamiento algorítmico</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,241	1	,241	19,557	,000	,194
	<b>R. Problemas</b>	4,244	1	4,244	4,445	,038	,052
<b>AVA</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,120	2	,060	4,873	<b>,010</b>	,107
	<b>R. Problemas</b>	17,327	2	8,664	9,074	<b>,000</b>	,183
<b>Error</b>	<b>P. Algorítmico</b>	,997	81	,012			
	<b>R. Problemas</b>	77,335	81	,955			
<b>Total</b>	<b>P. Algorítmico</b>	32,166	86				
	<b>R. Problemas</b>	1312,214	86				
<b>Total corregido</b>	<b>P. Algorítmico</b>	1,460	85				
	<b>R. Problemas</b>	147,869	85				

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, alude al objetivo principal de la investigación ya que confirma que el uso de distintos AVA que implementan representaciones pictográficas influye en las habilidades del pensamiento algorítmico y la resolución de problemas matemáticos.

Con el fin de reconocer el impacto de cada uno de los tres AVA propuestos se realiza la comparación de medias entre los grupos considerando las dos variables dependientes del estudio. Respecto al pensamiento algorítmico, se registra que el grupo que implementó el AVA Tipo-I obtuvo una media de 0.548 (SD=0.021), el grupo con el AVA Tipo-II un promedio de 0.637 (SD= 0.02), y con el AVA Tipo-III una media de 0.608 (SD=0.024) en las pruebas posteriores a la implementación. Algo parecido ocurre con la habilidad de resolución de problemas en donde las medias registradas por los grupos fueron: AVA Tipo-I, M=3.294, SD=0.183; AVA Tipo-II, M=4.280, SD=0.177; y AVA Tipo-III M=3.398, SD=0.207.

Con el fin de evidenciar explícitamente estas diferencias se realiza la prueba de Bonferroni (Tabla 13).

**Tabla 13. Prueba Bonferroni. Resolución de problemas y pensamiento algorítmico.**  
Comparaciones por parejas

Variable dependiente	(I) AVA	(J) AVA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
						Límite inferior	Límite superior
Pensamiento algorítmico	1AVA	2AVA	-,088*	,029	,008	-,158	-,019
		3AVA	-,060	,032	,210	-,139	,020
	2AVA	1AVA	<b>,088*</b>	,029	<b>,008</b>	,019	,158
		3AVA	,029	,032	1,000	-,048	,106
	3AVA	1AVA	,060	,032	,210	-,020	,139
		2AVA	-,029	,032	1,000	-,106	,048
Resolución de problemas	1AVA	2AVA	-,986*	,252	,001	-1,601	-,370
		3AVA	-,104	,285	1,000	-,802	,594
	2AVA	1AVA	<b>,986*</b>	,252	<b>,001</b>	,370	1,601
		3AVA	<b>,882*</b>	,278	<b>,006</b>	,203	1,561
	3AVA	1AVA	,104	,285	1,000	-,594	,802
		2AVA	-,882*	,278	,006	-1,561	-,203

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se aprecia que el grupo en el que se implementó el AVA- Tipo II, el cual posee únicamente diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar problemas matemáticos, tiene una diferencia significativa en comparación con los demás AVA creados, demostrando que su progreso fue superior y sobresaliente.

Por lo cual se considera que las preguntas cognitivas y metacognitivas que activan la comprensión lectora no mejoraron las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico, aludiendo así al segundo objetivo planteado en la presente investigación.

Considerando el tercer objetivo, se evidencia que las representaciones esquemáticas (diagramas del paso a paso para solucionar problemas matemáticos, AVA Tipo-II) si inciden en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas. Debido a la diferencia de medias registradas (Tabla 13) al comparar el desempeño del grupo que implemento el AVA Tipo-II con los demás grupos en donde no se implementaron o se aplicaron otra clase de estrategias, como en el AVA Tipo-I en donde se integró preguntas metacognitivas y cognitivas para la comprensión de enunciados y diagramas.

Según el análisis MANCOVA realizado y la prueba Bonferroni, se concluye que el AVA-Tipo II incidió de manera positiva en el pensamiento computacional y en la capacidad de resolución de problemas respecto a los demás AVA creados, ya que el grupo influenciado por este AVA demostró una diferencia positiva en la comparación de medias.

### **Habilidades de pensamiento algorítmico**

Con el fin de identificar aquellas habilidades del **pensamiento algorítmico** en las que el uso del AVA interviene, se realiza un análisis previo con los **elementos que conforman esta habilidad**, en concordancia con la prueba implementada del Dr. Marcos Román-González (2016), secuenciación, completamiento y depuración. En los cuales se identificó

que dos de tres de los componentes, **secuenciación y depuración**, son afectadas por el uso de los AVA. A continuación, se presenta el análisis MANCOVA realizado considerando como variables dependientes estas dos habilidades (sus respectivas covariables) y el AVA, como variable dependiente.

**Tabla 14.** *Asimetría y Curtosis. Secuenciación y Depuración.*

	Variable dependiente	Descriptivos	
	AVA	Estadístico	
<b>Secuenciación</b>	<b>1</b>	Asimetría	-0,042
		Curtosis	0,526
	<b>2</b>	Asimetría	-0,304
		Curtosis	0,009
	<b>3</b>	Asimetría	0,146
		Curtosis	1,442
<b>Depuración</b>	<b>1</b>	Asimetría	-1,099
		Curtosis	1,408
	<b>2</b>	Asimetría	-0,246
		Curtosis	-0,083
	<b>3</b>	Asimetría	-0,018
		Curtosis	-0,505

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se comprueban los supuestos de normalidad, según la Tabla 14 se obtienen valores de asimetría y curtosis entre -2 y 2 los cuales son aceptables para George y Mallery (2010), reconociendo una distribución normal entre los tres grupos de la muestra.

Por otro lado, la prueba de Box, Tabla 15, comprueba el cumplimiento del supuesto homogeneidad de varianzas, indicando que la relación entre las variables dependientes consideradas, secuenciación y depuración, entre los grupos son semejantes.

**Tabla 15.** *Prueba de Box. Variables, secuenciación y depuración.*

<b>M de Box</b>	12,871
<b>F</b>	2,070
<b>gl1</b>	6
<b>gl2</b>	135414,460
<b>Sig.</b>	,053

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 16, se observa que el AVA tiene una incidencia en las, habilidades de secuenciación ( $F(2, 81) = 4.83, p < 0.05, \eta^2 = .107$ ) y depuración ( $F(2, 81) = 5.14, p < 0.05, \eta^2 = .113$ ), propias del pensamiento algorítmico.

**Tabla 16.** Pruebas efectos Inter sujetos. Secuenciación y depuración.

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	$\eta^2$
Modelo corregido	Secuenciación	,458 <sup>a</sup>	4	,114	7,363	,000	,267
	Depuración	,853 <sup>b</sup>	4	,213	6,944	,000	,255
Intersección	Secuenciación	,497	1	,497	31,993	,000	,283
	Depuración	,358	1	,358	11,662	,001	,126
Pre Secuenciación	Secuenciación	,315	1	,315	20,251	,000	,200
	Depuración	,356	1	,356	11,578	,001	,125
Pre Depuración	Secuenciación	,001	1	,001	,075	,784	,001
	Depuración	,043	1	,043	1,412	,238	,017
AVA	Secuenciación	,150	2	,075	4,833	<b>,010</b>	,107
	Depuración	,316	2	,158	5,144	<b>,008</b>	,113
Error	Secuenciación	1,258	81	,016			
	Depuración	2,488	81	,031			
Total	Secuenciación	30,229	86				
	Depuración	33,841	86				
Total corregido	Secuenciación	1,716	85				
	Depuración	3,342	85				

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar en detalle la anterior incidencia, en la Tabla 17, se comparan las medias de los grupos respecto a las variables dependientes trabajadas, mediante la prueba Bonferroni. Teniendo en cuenta las medias registradas por cada uno de los grupos en las pruebas posteriores de cada uno de los factores de pensamiento algorítmico (secuenciación y depuración) considerados; en la secuenciación los promedios en cada grupo fueron: AVA Tipo-I  $M=0.521$  ( $D=0.023$ ), AVA Tipo-II  $M=0.619$  ( $SD=0.23$ ), AVA Tipo-III  $M=0.589$  ( $SD=0.027$ ). Por otro lado, en la depuración el grupo que implementó el AVA Tipo-I tuvo un promedio de  $0.549$  ( $SD=0.033$ ), el AVA Tipo-II una media de  $0.678$  ( $SD=0.032$ ) y el AVA Tipo-III una media de  $0.549$  ( $SD=0.038$ ).

Como consecuencia se observa que el grupo que trabajó con el ambiente de aprendizaje Tipo-II presenta una diferencia significativa en su mejora del desempeño en la habilidad de secuenciación, del pensamiento algorítmico, respecto al uso del AVA Tipo-I en el primer grupo experimental. Insinuando una mejora en las capacidades para elaborar un conjunto de pasos secuenciados, conjunto de comandos, para cumplir con un objetivo en específico (Román-González, 2016).

**Tabla 17. Prueba Bonferroni. Secuenciación y Depuración.**

Variable dependiente	(I) AVA	(J) AVA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	95% de intervalo de confianza para diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
Secuenciación	1AVA	2AVA	-,098*	,032	,009	-,176	-,020
		3AVA	-,069	,037	,192	-,158	,021
	2AVA	1AVA	<b>,098*</b>	,032	<b>,009</b>	,020	,176
		3AVA	,029	,036	1,000	-,059	,118
	3AVA	1AVA	,069	,037	,192	-,021	,158
		2AVA	-,029	,036	1,000	-,118	,059
Depuración	1AVA	2AVA	-,129*	,045	,016	-,239	-,019
		3AVA	-,001	,051	1,000	-,126	,125
	2AVA	1AVA	<b>,129*</b>	,045	<b>,016</b>	,019	,239
		3AVA	<b>,129*</b>	,051	<b>,040</b>	,004	,253
	3AVA	1AVA	,001	,051	1,000	-,125	,126
		2AVA	-,129*	,051	,040	-,253	-,004

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el grupo experimental influenciado por el AVA-Tipo-II, presenta una mejoría respecto en su habilidad de depuración respecto a los demás ambientes virtuales de aprendizaje. Lo anterior indica que la influencia de las preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión de enunciados y diagramas, usadas en el AVA Tipo-I, no aporta a una mejora en los componentes de secuenciación y depuración del pensamiento algorítmico.

Además, se demuestra que los diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar cada uno de los problemas matemáticos influyen en la habilidad de depuración (capacidad para reconocer datos o pasos incorrectos) propia del pensamiento algorítmico.

## Habilidades de la resolución de problemas

Con el fin de reconocer aquellos componentes de la resolución de problemas que tuvieron un cambio con la interacción del Ambiente virtual de aprendizaje, se realiza un análisis previo considerando como variable independiente el AVA y, como variables dependientes, las características de un resolutor de problemas propuestas por Polya (1988): comprensión, planificación, ejecución y verificación (considerando sus covariables correspondientes). Sin embargo, al comprobar el supuesto de normalidad este no se cumple, por lo cual no se desarrolla en este caso el análisis estadístico multivariado [MANCOVA].

**Tabla 18.** *Diferencia de medias pre- y pos- prueba de Resolución de problemas.*

	AVA Tipo-I	AVA Tipo-II	AVA-Tipo-III
<b>Promedio Pretest Resolución de problemas (A)</b>	3,5403	3,3398	3,2417
<b>Promedio Postest Resolución de problemas (B)</b>	3,4889	4,3653	3,1667
<b>Diferencia (B-A)</b>	-0,0514	1,0255	-0,075

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al realizar un análisis estadístico descriptivo se identifica una tendencia en la mejora de aquellas habilidades en el grupo 2, debido a la comparación de medias grupales obtenidas entre las covariables y sus respectivas variables dependientes (Tabla 18).

Lo anterior indicaría una sutil mejora en la resolución de problemas causada por el uso de diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar problemas matemáticos, propuestos en el AVA Tipo-II.

## **DISCUSIÓN**

El objetivo del presente estudio fue demostrar el efecto que posee un Ambiente Virtual de Aprendizaje, con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora de enunciados matemáticos e interpretación de diagramas para solucionar problemas matemáticos, en el desarrollo de las habilidades del pensamiento algorítmico y resolución de problemas. Para lo cual, se realizó un estudio cuasiexperimental considerando dos grupos experimentales y un grupo control, en los cuales se implementó de manera paralela tres tipos de AVA con representaciones pictóricas (imágenes y videos) de situaciones matemáticas y diferenciados por poseer o no a) preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora y b) esquemas/diagramas que exponen el paso a paso para solucionar problemas matemáticos.

De acuerdo con el primer objetivo el cual implica la creación de un AVA que incluya preguntas cognitivas y metacognitivas que ayuden a la comprensión e interpretación de diagramas y enunciados de problemas matemáticos. Se construyó el AVA-Gráficos y soluciones, un camino visual en Matemáticas; el cual posee representaciones pictóricas que exponen la secuencia de las acciones de los enunciados matemáticos, abordando de esta manera el proceso cognitivo de visualización propuesto por Zimmermann & Cunningham (1991) como herramienta para que el individuo pueda generar estrategias óptimas de solución.

Es relevante mencionar que todos los AVA construidos poseen representaciones pictóricas, que de acuerdo con su funcionalidad son categorizadas como representaciones espaciales-visuales, ya que presentan las relaciones entre los elementos del enunciado, y

organizativas debido a exponer la secuencia del texto por medio de imágenes (Carney & Levin, 2002; Elia & Philippou, 2004; Hegarty & Kozhevnikov, 1999).

Adicionalmente, las representaciones pictóricas construidas se orientaron a partir de la propuesta realizada por Amalia, Kurniawan, Fahmimroah & Arditiya (2024) quienes implementaron una herramienta de secuencias inspirada en el pensamiento computacional, con el fin de evidenciar su impacto en la comprensión lectora y en la resolución de problemas.

Por otro lado, mediante la implementación de tres diferentes AVA y su análisis inferencial, se abordan los demás objetivos de la presente investigación. En consecuencia, con el (segundo) objetivo que apunta a evidenciar la influencia de un AVA con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico, se realiza un MANCOVA (Tabla 11) el cual indica que hay diferencias significativas entre los grupos construidos en sus habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas.

Ahondando en la anterior afirmación se evidencia que el AVA Tipo-II, el cual contiene diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar problemas matemáticos, incidió de manera positiva en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas a diferencia del AVA Tipo-I conformado por preguntas cognitivas y metacognitivas que activan la comprensión lectora.

Como consecuencia, se afirma que la comprensión lectora no es un factor que incide significativamente en la habilidad de resolución de problemas, reafirmando lo anteriormente sugerido por Özcan & Doğan (2018) en su estudio. Además, se reconoce que las preguntas cognitivas y metacognitivas que trabajan la comprensión lectora tampoco influyeron de manera positiva en el pensamiento algorítmico del grupo en el que se implementó en AVA con esta característica (AVA Tipo-I), lo cual refutaría las conclusiones propuestas por

Harangus & Kátai (2018) quienes indican que las habilidades de comprensión lectora son esenciales para el desarrollo del pensamiento algorítmico.

Por lo cual, la anterior afirmación hace considerar lo dicho por Favell (1979) y Brown (1987 en Papaleortiou-Louca, 2014) quienes reconocen la existencia de diferentes factores, como las experiencias previas, el interés, la autoestima, la ansiedad, etc., pueden impactar en la adquisición de las habilidades de los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes. Razones por las cuales se presume que la implementación del AVA Tipo-I en el grupo seleccionado no obtuvo los efectos esperados. Sin embargo, este resultado es fuente de estudio debido a las implicaciones que tendría en la teoría conocida específicamente en la relación de la comprensión lectora y el pensamiento algorítmico.

Desde otro punto de vista, se reconoce que las representaciones esquemáticas utilizadas en el AVA Tipo-II, que secuencian los pasos para resolver problemas matemáticos, influyen en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico, apuntando de esta manera el tercer objetivo de la investigación.

Profundizando en lo anterior, se evidencia que el desempeño del grupo impactado con el AVA Tipo-II en la resolución de problemas mejoró de manera positiva (Tabla 13) en comparación con los demás grupos (experimental y control). Lo anterior es coherente con las investigaciones previas que estudian la relación entre representaciones y resolución de problemas, así lo afirmó Ergan & Özsoy (2021) en donde el uso de representaciones esquemáticas por parte de los estudiantes indicaba una mayor probabilidad para resolver de manera efectiva los problemas matemáticos; de manera similar Nasrun & Prahmana (2023) reconocen que el uso de diferentes representaciones, en este caso representaciones pictóricas y esquemáticas, desarrollan capacidades para traducir, comprender, solucionar y representar de diferentes maneras los problemas matemáticos de manera más efectiva.

Así mismo, el pensamiento algorítmico presentó una mejora con la implementación del AVA Tipo-II, específicamente en las habilidades de depuración y secuenciación (Tabla 16). Demostrando que las representaciones esquemáticas tienen un impacto en el pensamiento computacional, corroborando lo dicho por Amalia, et. al. (2024) en donde el uso de representaciones gráficas (secuenciales) contribuye a la mejora del pensamiento computacional y con ello al pensamiento algorítmico, incluido en este (Pinzón-Pérez & González-Palacio, 2022).

Se debe agregar que debido a los descubrimientos anteriores se ratifica lo dicho por Lehmann (2023) quien reconoce la relación existente entre la resolución de problemas y pensamiento algorítmico, como consecuencia de las capacidades cognitivas comunes, entre estas dos habilidades, como lo es la depuración. De manera similar se valida lo concluido por Fry, Makar & Hillman (2023) y Ng & Cui (2021), quienes establecen la relación entre las habilidades del pensamiento computacional en la resolución de problemas, debido a que en el presente estudio el grupo que mejoró en su habilidad de pensamiento algorítmico también lo hizo en la habilidad de resolución de problemas.

## CONCLUSIONES

A continuación, se presentan los hallazgos significativos del estudio realizado teniendo en cuenta los objetivos planteados, el análisis y la discusión previamente socializados.

De acuerdo con el primer objetivo específico, se diseñó y creó un AVA el cual posee preguntas cognitivas y metacognitivas que ayudan a la comprensión e interpretación de diagramas y enunciados de problemas matemáticos [AVA Tipo-I], el cual fue implementado a estudiantes de grado sexto con el fin de evidenciar su impacto en el desarrollo de las habilidades del pensamiento algorítmico y resolución de problemas, con el fin de dar cumplimiento al objetivo principal de la investigación.

Para dar cumplimiento con el segundo objetivo específico el cual pretendió reconocer la influencia de las preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora en un AVA en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico. Se crearon e implementaron dos AVA diferentes entre sí: AVA Tipo-I, implementó diagramas/esquemas que exponen el paso a paso para solucionar cada uno de los problemas matemáticos planteados y preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión e interpretación de diagramas y enunciados de problemas matemáticos; y el AVA Tipo-II el cual a diferencia del anterior no contiene las preguntas cognitivas y metacognitivas.

El estudio inferencial realizado (MANCOVA) concluyó que las preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión lectora de los enunciados y diagramas, no incidieron en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico, validando parcialmente la hipótesis nula de la investigación.

Sin embargo, se valida parcialmente la hipótesis alternativa al abordar el tercer objetivo específico, el cual era determinar la incidencia que tiene el uso de representaciones

esquemáticas en el pensamiento algorítmico y en la resolución de problemas matemáticos. Se concluye, a partir de análisis realizado que las representaciones esquemáticas, que exhiben el paso a paso para la solución de los problemas matemáticos, sí impactaron de manera positiva en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico.

Además, se descubre e identifica que las habilidades de secuenciación y depuración, consideradas dentro del pensamiento algorítmico, fueron influenciadas significativamente (Tabla 17) por el uso de las representaciones esquemáticas (AVA-Tipo II) dentro del ambiente virtual.

Como resultado se establecen dos conclusiones: 1) las preguntas cognitivas y metacognitivas que abordan la comprensión lectora no inciden significativamente en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico y 2) las representaciones esquemáticas/diagramas secuenciales, para solucionar problemas matemáticos, influyen en las habilidades de resolución de problemas y pensamiento algorítmico.

## ALCANCES Y LIMITACIONES

A continuación, se describen algunos alcances, limitaciones y sugerencias derivadas de la investigación desarrollada.

En primer lugar, respecto a la prueba de resolución de problemas utilizada su valoración fue dada de manera subjetiva, recurriendo a la rúbrica de evaluación construida (Tabla 4) de manera autónoma, lo cual pudo afectar los análisis y resultados realizados. Por lo anterior, se sugiere la creación de un instrumento validado para evaluar la resolución de problemas a partir de los componentes que sugiere Polya (1988), comprensión, planificación, ejecución y verificación.

Se propone para futuras investigaciones que aborden el mismo objetivo de la presente, evidenciar la influencia de un AVA en las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas, una muestra más amplia con el fin de cumplir los supuestos de normalidad para realizar un análisis MANCOVA con los elementos de estas habilidades, con el objetivo de identificar de la incidencia del AVA en cada uno de estos componentes.

La implementación de los Ambientes virtuales de aprendizaje en instituciones educativas se ve perjudicada debido a los recursos y espacios limitados, lo que impide realizar un proceso continuo en la enseñanza y aprendizaje de contenidos propuestos en un AVA. Concretamente en el presente estudio durante el periodo de aplicación de los AVA se vio irrumpido debido a: la disponibilidad de espacios, ya que las intervenciones se realizaron cada 7 días, sin considerar la realización de actividades institucionales que irrumpieron con el proceso continuo en la implementación de los AVA propuestos.

Otro factor por considerar es la disposición y motivación de los estudiantes en la realización de una investigación, ya que muchas veces la indisposición hacia las matemáticas impacta en la cognición y metacognición que posea el estudiante frente a las situaciones

lógico-matemáticas que involucren un reto cognitivo lo cual pudo incidir en el desempeño de algunos estudiantes en las diferentes pruebas realizadas. En concreto, se supone que estos factores provocaron resultados contradictorios con la teoría (al evidenciar que las estrategias cognitivas y metacognitivas no impactaron el pensamiento algorítmico); por lo cual es importante seguir consolidando investigaciones que relacionen la comprensión lectora, los procesos de metacognición y cognición, con las habilidades de pensamiento algorítmico y resolución de problemas matemáticos.

El LMS usado fue Moodle, sin embargo, en ocasiones durante la intervención el servidor fue hackeado o actualizado lo que provocó que algunas pruebas (previas y finales) fueran desarrolladas por fuera del AVA, construido.

Para finalizar, la implementación de los AVA en el aula es fuente de motivación para la mayoría de los estudiantes y más aún en asignaturas donde no es frecuente el uso de un aula virtual, como lo fue en la asignatura de matemáticas específicamente en la institución educativa, corroborando lo propuesto por varios autores (Parra-Vallejo, 2022; Perez-Perez & Castro, 2022; Lestari, Efendi & Dara, 2023) que consideran a los AVA como un motivador para el aprendizaje y adquisición de habilidades por lo cual se invita a trabajar este tipo de herramientas e investigar sobre los beneficios que puede aportar los AVA en la educación matemática.

## REFERENCIAS

- Amalia, P. A., Kurniawan, A., Fahmimroah, F., & Arditiya, A. (2024). Computational Thinking in Developing Students' Reading Comprehension Skill. *Buletin Poltanesa*, 25(2), 202–207. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v25i2.3204>
- Arteaga-Martínez, B., Macías, J., & Pizarro, N. (2020). La representación en la resolución de problemas matemáticos: un análisis de estrategias metacognitivas de estudiantes de secundaria. *Uniciencia*, 34(1), 263-280.
- Bacelo, A., & Gómez-Chacón, I. M. (2023). Characterising algorithmic thinking: A university study of unplugged activities. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101284.
- Baloco, C. & López, O. (2022). Ambientes virtuales con metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia didáctica para el fortalecimiento de competencias matemáticas de las herramientas multimedia interactivas para la enseñanza en educación preescolar. *Praxis*, 18(2), 324-344.
- Barajas-Caballero, G. F., & Niño-Bernal, J. E. (2021). Sistemas de representación en la resolución de problemas aritméticos con enunciado verbal en estudiantes de grado séptimo. *Eco Matemático*, 12 (2), 117-125
- Björn, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2016). Primary school text comprehension predicts mathematical word problem-solving skills in secondary school. *Educational Psychology*, 36(2), 362-377.
- Byrne, B. M. (2010). Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming. *New York: Routledge*.

- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Cárdenas, L. M., Salazar, W., & Cárdenas, L. C. (2020). *La comprensión lectora en el contexto de las ciencias sociales (1ª ed.)*. Sello Editorial Universidad del Atlántico. Capítulo 2. Bases conceptuales. (21-45)
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational psychology review, 14*, 5-26.
- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: Sobre la lectura contemporánea*. Editorial Anagrama., 21-46.
- Castrillón Rivera, E. M., Morillo Puente, S., & Restrepo Calderón, L. A. (2020). Diseño y aplicación de estrategias metacognitivas para mejorar la comprensión lectora en estudiantes de secundaria. *Ciencias Sociales Y Educación, 9*(17), 203–231. <https://doi.org/10.22395/csye.v9n17a10>
- Cui, Z., & Ng, O.-L. (2020). The Interplay Between Mathematical and Computational Thinking in Primary School Students' Mathematical Problem-Solving Within a Programming Environment. *Journal of Educational Computing Research, 59*(5), 988-1012. <https://doi.org/10.1177/0735633120979930>
- Díaz, J., A. & Díaz, J. R. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de Educación, 18*(2), 191-209.
- Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2002). Virtual learning environments. In 3rd Hellenic Conference" Information & Communication Technologies in Education" (pp. 3-18). Kastaniotis Editions, Greece.

- Dowshen, A. G. L. (1980). A critical analysis of research on problem solving in secondary school mathematics, 1925-1975. Unpublished doctoral dissertation, Temple University.
- Elia, I., & Philippou, G. (2004). The Functions of Pictures in Problem Solving. International group for the psychology of mathematics education.
- Ergan, S. N., & Özsoy, G. (2021). Investigation on the visual representations of 4th-grade students created in the problem-solving process. *The Journal of Buca Faculty of Education*, (51), 57-75.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fry, K., Makar, K., & Hillman, J. (2023). M in computational thinking: How long does it take to read a book? *Teaching Statistics*, 45(S1), S30–S39.  
<https://doi.org/10.1111/test.12348>
- George, D. & Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson.
- Gordillo, A., & Flórez, M. del P. (2009). Los niveles de comprensión lectora: Hacia una enunciación investigativa y reflexiva para mejorar la comprensión lectora en estudiantes universitarios. *Actualidades Pedagógicas*, (53), 95–107.
- Habib, M., Amjad, A. I., Aslam, S., Saleem, Z., & Saleem, A. (2024). Navigating math minds: Unveiling the impact of metacognitive strategies on 8th grade problem-solvers abilities. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 17(1), 135-144.  
<https://doi.org/10.26822/iejee.2024.368>

- Hadianto, D., Damaianti, V. S., Mulyati, Y., & Sastromiharjo, A. (2021, March). Does reading comprehension competence determine level of solving mathematical word problems competence?. *In Journal of Physics: Conference Series, 1806* (1), p. 012049. IOP Publishing.
- Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2010) *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Educational International.
- Harangus, K., & Kátai, Z. (2018). Algorithmic thinking vs. text comprehension. *Procedia Manufacturing, 22*, 1031–1037. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.146>
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of educational psychology, 91*(4), 684.
- Heredia, H., Gutiérrez, S., & Romero, M. F. (2024). Comprensión lectora y resolución de problemas matemáticos: Un estudio de caso. *Perfiles Educativos, 46*(185), 69-89. <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2024.185.61367>
- Jiménez, G. & Enciso, A. J. (2021). La comprensión lectora en la interpretación de problemas matemáticos. En Domínguez, E. y Suárez C. (Eds.). *Aulas sin fronteras: una visión de la investigación de aula desarrollada en proyectos de educación secundaria y superior* (pp. 6-19). *Universidad del Norte*. Recuperado en: [https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/10584/9491/1/9789587892550%20eAulas%20Sin%20Fronteras\\_1.pdf](https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/10584/9491/1/9789587892550%20eAulas%20Sin%20Fronteras_1.pdf)
- Jonsson, B., Norqvist, M., Liljekvist, Y., & Lithner, J. (2014). Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning. *The Journal of Mathematical Behavior, 36*, 20-32.

- Kantowski, M. G. (1980). Some thoughts on teaching for problem solving. In S. Krulik & R. Reys (Eds.), *Problem solving in school mathematics: 1980 yearbook* (pp. 195-203). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Krawitz, J., Chang, Y. P., Yang, K. L., & Schukajlow, S. (2022). The role of reading comprehension in mathematical modelling: improving the construction of a real-world model and interest in Germany and Taiwan. *Educational Studies in Mathematics, 109*(2), 337-359.
- Labarrere, A. F. (1988). *Cómo enseñar a los estudiantes de primaria a resolver problemas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Laterell, C. M. (2013). What is problem-solving ability. *LATM Journal, 1*(1), 1-12.
- Lehmann, T. H. (2023). Using algorithmic thinking to design algorithms: The case of critical path analysis. *Journal of Mathematical Behavior, 71*, 101079. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2023.101079>
- Lestari, F., Efendi, D., & Dara, T. (2023). Video Online Learning: An Alternative for Students' Mathematics Problem Solving. *Bulletin of Science Education, 3*(3), 172-178. <https://doi.org/10.37843/bse.v3i3.312>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN], (1998). *Lineamientos Curriculares Matemáticas*.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2024). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA): Informe nacional de resultados para Colombia 2022. Recuperado en: [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-421217\\_recurso\\_03.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-421217_recurso_03.pdf)
- Monroy Romero, J. A., & Gómez López, B. E. (2009). Comprensión lectora. *REMO: Revista Electrónica Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 6* (16), 37-42.

- Nasrun, N., Prahmana, R. C. I., & Akib, I. (2023). The students' representative processes in solving mathematical word problems. *Knowledge*, 3(1), 70-79. <https://doi.org/10.3390/knowledge3010006>
- National Council of Teachers of Mathematics. [NCTM] (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Navarro, E. R., & de Sousa, M. d. C. (2023). The concept of computational thinking in mathematics education. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 3(2), em046. <https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/13630>
- Nelson, T. & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125–173.
- Ng, O. L., & Cui, Z. (2021). Examining primary students' mathematical problem-solving in a programming context: Towards computationally enhanced mathematics education. *ZDM–Mathematics Education*, 53(4), 847-860.
- Novoa-Castillo, P. F., Uribe-Hernández, Y. C., Garro-Aburto, L. L. & Cancino-Verde, R. F. (2021). Estrategias metacognitivas en entornos digitales para estudiantes con baja comprensión lectora. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23(28), 1-34. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e28.3953>
- Onuchic, L. (1999). Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas*, 199-218.
- Özcan, Z. Ç., & Doğan, H. (2018). A longitudinal study of early math skills, reading comprehension and mathematical problem solving. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(1), 01-18. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2018.001>
- Öztürk, M., Akkan, Y., & Kaplan, A. (2020). Reading comprehension, Mathematics self-efficacy perception, and Mathematics attitude as correlates of students' non-routine

- Mathematics problem-solving skills in Turkey. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1042-1058.
- Papaleontiou-Louca, E. (2014). Metacognition. En D. C. Phillips (Ed.), *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy* (pp. 523–526). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781483346229.n218>
- Parra-Vallejo, M. (2022). Aplicación de las TIC, b-Learning y pensamiento computacional para el fortalecimiento de las competencias matemáticas. *Revista Tecnológica Educativa Docentes 2.0*, 14(2), 29-41. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.312>
- Perales, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
- Perez-Perez, R., & Castro, A. (2022). Entornos virtuales de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. *Technological Innovations Journal*, 1(4), 7-20. <https://doi.org/10.35622/j.ti.2022.04.001>
- Pibaque Tigua, D. D., & Larreal Bracho, A. J. (2023). Entornos virtuales de aprendizaje: una mirada teórica hacia el aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9262–9278. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.5048](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5048)
- Piñeiro, J. L., Pinto, E., & Díaz-Levicoy, D. (2015). ¿Qué es la resolución de problemas? *Revista Virtual Redipe*, 4(2), 6-14.
- Pinzón-Pérez, D. F. & González-Palacio, E. V. (2022). Incidencia de las habilidades de pensamiento algorítmico en las habilidades de resolución de problemas: Una propuesta didáctica en el contexto de la educación básica secundaria. *Estudios Pedagógicos*, 48(2), 415-433. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052022000200415>
- Pinzón-Pérez, D. F., Román-González, M., & González-Palacio, E. V. (2023). El pensamiento algorítmico como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades

- de resolución de problemas en el contexto de la educación básica secundaria. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.542111>
- Polya, G. (1988). *How to Solve It, A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton: Princeton University Press.
- Pólya, G. (2013). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2ª ed.). Princeton University Press.
- Posner, M. I., & Bourke, P. (1992). Review of the book *Cognitive Psychology*, by U. Neisser. *The American Journal of Psychology*, 105(4), 621–626. <https://doi.org/10.2307/1422917>
- Pulido, L. M. (2018). *Aprendizaje y cognición: Modelos cognitivos*. Fundación Universitaria del Área Andina. ISBN 978-958-5462-61-8.
- Rajadurai, R., & Ganapathy, H. (2023). Effect of use of metacognitive instructional strategies in promoting mathematical problem solving competence amongst undergraduate students in facing competitive examination. *Cogent Social Sciences*, 9(1), 2173103. <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2173103>
- Reuter, T., Schnotz, W., & Rasch, R. (2015). Drawings and tables as cognitive tools for solving non-routine word problems in primary school. *American Journal of Educational Research*, 3(11), 1387-1397.
- Rojas, A., Uribe, I., & Plaza, R. (2020). Influencia de la comprensión lectora en la resolución de problemas lógico-matemáticos con números naturales. *Praxis Pedagógica*, 20(27), 262-286. <http://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.20.27.2020.262-286>
- Román-González, M. (2016). *Codigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de*

- programas* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). <https://hdl.handle.net/20.500.14468/18800>
- Saza, I. (2022). Ambientes virtuales y teorías de aprendizaje. En *Las tecnologías de la información y la comunicación en el contexto educativo* (pp. 27–43). *Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO*.  
<https://doi.org/10.26620/uniminuto/978-958-763-565-2.cap.2>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Shim, J. (2019). A study on the level of algorithmic thinking of students in elementary and secondary schools. *Journal of Creative Information Culture*, 5(3), 237-243.  
<https://doi.org/10.32823/jcic.5.3.201912.237>
- Sneha, J. M., & Nagaraja, G. S. (2013). Virtual learning environments – A survey. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 4(6), 1705–1709.  
<http://www.ijcttjournal.org/paper?paperid=IJCTT-V4I6P173>
- Snow, C. E. (2010). Reading comprehension: Reading for learning. *International Encyclopedia of Education*, 5, pp. 413–418.
- Stephens, M., & Kadijevich, D. M. (2020). Computational/Algorithmic Thinking. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 3(2), 149-153.  
<https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/13630>
- Sutama, Anif, S., Prayitno, H. J., Narimo, S., Fuadi, D., Sari, P. D. & Adnan, M. (2021) ‘Metacognition of junior high school students in mathematics problem solving based on cognitive style’, *Asian Journal of University Education*, 17(1), p. 134.  
doi:10.24191/ajue.v17i1.12604
- Trias, D., Mels, C., & Huertas, J. A. (2021). Teaching to self-regulated in Mathematics: A quasi-experimental study with low-achieving elementary school students. *Revista*

*Electrónica de Investigación Educativa*, 23(2), pp. 1-13.

<https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e02.2945>

Valencia Vallejo, N. G., Huertas Bustos, A. P., & Baracaldo Ramírez, P. O. (2014). Los ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión de publicaciones entre 2003 y 2013, desde la perspectiva de la pedagogía basada en la evidencia. *Revista Colombiana de Educación*, 66, 73–102. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413635257004>

Van Garderen, D., & Montague, M. (2003). Visual–spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(4), 246-254.

Van Garderen, D., Scheuermann, A., & Poch, A. (2014). Challenges students identified with a learning disability and as high-achieving experience when using diagrams as a visualization tool to solve mathematics word problems. *ZDM*, 46, 135-149.

Vargas-Murillo, G. (2021). Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 62(1), 80-87. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1652-67762021000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762021000100012&lng=es&tlng=es).

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Zimmermann, W., & Cunningham, S. (Eds.). (1991). Visualization in teaching and learning mathematics. *Mathematical Association of America*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Consentimiento informado.



Coordinación de Formación  
e Investigación

#### Consentimiento informado

Yo, \_\_\_\_\_ identificado(a) con cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_, expedida en \_\_\_\_\_ doy mi libre consentimiento para que mi hijo (a) \_\_\_\_\_ identificado (a) con documento de identidad número \_\_\_\_\_ participe en el proyecto de grado de maestría de la docente de matemáticas de grado sexto Mariana Quevedo, cuyo objetivo es evaluar el impacto de un Ambiente virtual de Aprendizaje [AVA] con preguntas cognitivas y metacognitivas para la comprensión de problemas matemáticos e interpretación de diagramas, en el desarrollo del pensamiento algorítmico y resolución de problemas. Su propósito es fortalecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes del nivel en la asignatura de matemáticas a partir de dinámicas de innovación tecno – pedagógicas, considerando que las actividades propuestas se desarrollarán en las clases de matemáticas y harán parte del proceso formativo integral de los estudiantes.

Por tal motivo, doy fe de que me fueron explicados los objetivos y propósitos del proyecto, siendo una estrategia orientada por profesionales de la educación. Ante cualquier duda o sugerencia que tenga puede comunicarse al correo electrónico: [icceformacion@escolapios.org.co](mailto:icceformacion@escolapios.org.co)

Para finalizar, declaro que he sido informado(a) de lo consignado en los siguientes puntos:

- A. La participación en el proceso tiene un carácter voluntario.
- B. La finalidad de este ejercicio es realizar un proceso de recolección de información cuyo uso será netamente académico.
- C. El proceso no interferirá con el desarrollo del proceso educativo de mi hijo en la institución educativa.
- D. Los procedimientos que serán aplicados no implicarán ningún riesgo físico o psicológico para mi hijo(a).
- E. La participación en este proceso no representa ningún gasto de mi parte, así como tampoco algún tipo de remuneración económica.
- F. Los datos personales de mi hijo(a) serán regulados por la política de protección de datos de la Provincia Nazaret – Padres Escolapios y la Política de Protección de Infancia y Adolescencia, guardándose la confidencialidad pertinente.
- G. Se da la garantía de que mi hijo(a), a través de mi representación legal, pueda retirarse libremente y en cualquier momento, y sin ninguna consecuencia, en caso de considerarse necesario.
- H. Conforme a lo anterior, declaro que entendí y estoy de acuerdo.

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

## **Anexo 2.** Pruebas de resolución de problemas.

### **Pretest**

- 1) El año pasado había 92 chicos y 83 chicas en el Colegio América. Este año hay 210 estudiantes en total y 14 chicos más que el año pasado ¿Cuántas chicas más hay este año que el año pasado?
- 2) En una carrera de obstáculos José gastó 5 minutos más que Fernanda para llegar a la meta. Santiago gastó tres minutos menos que José y Carolina gastó un minuto más que José. Determina ¿Quién llegó de segundas a la meta?
- 3) Un grupo de 8 niños posee 74 caramelos. ¿Cuántos caramelos más son necesarios para que los niños puedan repartirlos en partes iguales? ¿Cuántos caramelos recibe cada niño?
- 4) Un hombre llevó a sus 3 hijos a una feria. Las entradas para los adultos costaban el doble que las de niños. El padre pagó un total de \$50.000 por las cuatro entradas. ¿Cuál es el costo de cada entrada (niño y adulto)?
- 5) César tiene \$100.000 para gastar en comida para una fiesta. Compra 4 envases de helado que cuestan \$15.000 cada uno. Luego compra 6 paquetes de galletas que cuestan \$8.000 cada uno. ¿Le sobra dinero a César? ¿Tiene que pedir prestado, cuánto?

### **Posttest**

- 1) Fabian compró sellos en la oficina de correos. Algunos sellos tenían un diseño de copo de nieve, otros de camión y otros de rosa. Dale compró 12 sellos de copo de nieve. Compró 5 sellos de camión más que de copo de nieve y 4 sellos de rosa menos que de camión. ¿Cuántos sellos compró Fabian en total?
- 2) Por cada 12 huevos de Pascua pequeños en un paquete, hay: 2 envueltos en papel de aluminio rojo, 1 azul, 3 amarillos, 4 naranjas y 2 verdes. Si Sofía tiene 20 huevos rojos en total, ¿cuántos huevos de Pascua tiene en total?
- 3) Eduardo, Roberto y Laura van a casa juntos a la salida del colegio. Tardan 25 minutos en llegar andando hasta la casa de Laura. Luego, Eduardo y Roberto tardan 10 minutos en llegar a la casa de Roberto. Desde allí, Eduardo tarda otros 5 minutos en llegar a su casa. ¿A qué hora deberán salir del colegio para que Eduardo llegue a su casa a las 03:50 p.m.?
- 4) "Pokemon Go" ganó 200 millones de dólares en su primer mes de ser jugado. Si esta cantidad se DOBLA cada mes en sus primeros 6 meses, ¿cómo habrá ganado en total al final del sexto mes?
- 5) En el conjunto de Tadeo hay un parqueadero de 4 plantas. En el primer nivel hay 18 espacios libres. En el segundo nivel hay 8 espacios más que en el primero y en el tercer nivel hay 9 espacios más que en el segundo. En el cuarto nivel hay 51 espacios libres. ¿Cuántos espacios libres hay en total para parquear?