

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA**  
**EDUCACIÓN**

**EFECTO DE UN ANDAMIAJE METACOGNITIVO SOBRE EL LOGRO DE**  
**APRENDIZAJE, AUTOEFICACIA Y HABILIDADES METACOGNITIVAS EN**  
**ESTUDIANTES DE PRIMARIA**

**BOGOTÁ D.C. OCTUBRE DE 2023**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA  
EDUCACIÓN**

**EFFECTO DE UN ANDAMIAJE METACOGNITIVO SOBRE EL LOGRO DE  
APRENDIZAJE, AUTOEFICACIA Y HABILIDADES METACOGNITIVAS EN  
ESTUDIANTES DE PRIMARIA**

TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADA POR:

ANDREY HUMBERTO BAQUERO LÓPEZ

DIRIGIDA POR:

DR. OMAR LÓPEZ VARGAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**BOGOTÁ D.C. OCTUBRE DE 2023**

## Derechos de Autor

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”. (Artículo 42, parágrafo 2, del Acuerdo 031 del 4 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional).



Este trabajo de grado se encuentra bajo una Licencia Creative Commons de Reconocimiento – No comercial – Compartir igual, por lo que puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

## **Dedicatoria**

A la memoria de mi abuelita querida, María Aurora López de Baquero y por la familia que tanto amó y que tanto amo.

## **Agradecimientos**

El desarrollo de este trabajo de grado no habría sido posible sin el apoyo de muchas personas que me dieron constantemente la motivación necesaria para continuar. Agradezco a Dios por guiarme cuando me sentía perdido. Agradezco a mi novia y mis suegros por el cariño, la colaboración, el cuidado y los espacios que me brindaron para trabajar. Agradezco a mi madre y mi hijo por su oración constante y por comprender en los momentos que dejamos de compartir para dedicarme enteramente a esta meta. A mi familia en general por su aliento constante y por creer en mí. Al Dr. Omar López Vargas, por sus valiosos aportes, por lograr despejar en mí tantas dudas y centrarme en el camino indicado con su experiencia. Y me agradezco por el esfuerzo, por los días enteros de trabajo constante, por hacerle frente a mi falta de autorregulación y lograr culminar este enriquecedor y complejo proyecto que deja una cantidad de aprendizajes inconmensurables.

## Contenido

Introducción .....	10
Capítulo 1. Estudio.....	12
Necesidad de la Investigación.....	12
Justificación y Propósito.....	14
Preguntas de Investigación .....	17
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Aspectos Éticos.....	19
Capítulo 2. Estado del Arte.....	20
Andamiajes Metacognitivos.....	20
Andamiajes Metacognitivos y Educación Básica.....	22
Andamiajes Metacognitivos y Estilo Cognitivo .....	26
Educación Básica, Metacognición, Autoeficacia Académica y Online.....	29
Resumen de los Hallazgos .....	33
Capítulo 3. Marco Conceptual .....	35

	7
Metacognición.....	35
Autorregulación y Metacognición .....	37
Evaluación de la Metacognición.....	44
Autoeficacia .....	46
Autoeficacia Online .....	48
Andamiajes .....	49
Andamiajes Computacionales.....	50
Andamiajes Metacognitivos.....	52
Andamiajes Fijos, Desvanecidos y Adaptativos.....	55
Estilo Cognitivo en la Dimensión DIC .....	57
Capítulo 4. Metodología .....	60
Población y Muestra .....	60
Diseño .....	61
Instrumentos.....	61
Logro de Aprendizaje .....	61
Prueba CEFT de Estilo Cognitivo.....	62

	8
Subescalas del CP-SRLI .....	63
Subescala de Autoeficacia del MSLQ .....	64
Subescala de Autoeficacia Online del OLVSES .....	64
Ambiente de Aprendizaje .....	65
Ambiente con Andamiaje Metacognitivo Fijo.....	69
Ambiente de Aprendizaje con Andamiaje Metacognitivo Desvanecido. ....	75
Ambiente de Aprendizaje sin Andamiaje .....	77
Procedimiento .....	78
Capítulo 5. Resultados .....	81
Pre-Test .....	81
Post-Test .....	82
Verificación de Supuestos.....	83
Normalidad .....	83
Correlación de Variables Dependientes y Covariables.....	87
Homocedasticidad y Homogeneidad de los Hiperplanos de Regresión .....	88
Análisis Factorial Multivariado de Covarianza .....	89



	9
Análisis Post Hoc.....	94
Capítulo 6. Discusión.....	99
Resumen de los Resultados.....	99
Interpretación de Resultados.....	100
Alcances y Limitaciones.....	107
Conclusiones.....	109
Primera Pregunta de Investigación.....	109
Segunda Pregunta de Investigación.....	110
Tercera Pregunta de Investigación.....	111
Recomendaciones.....	111
Referencias.....	114
Lista de Figuras.....	130
Lista de Tablas.....	132
Anexos.....	133

## Introducción

Esta investigación de corte cuantitativo analiza los efectos de un andamiaje metacognitivo incluido en un ambiente de aprendizaje computacional, sobre el logro de aprendizaje, diferentes habilidades metacognitivas y los criterios de autoeficacia académica y online, en estudiantes de quinto de primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental en el que participaron 107 estudiantes de una institución educativa divididos en 3 grupos que interactuaron con una versión del ambiente diferente (con andamiaje metacognitivo fijo, desvanecido y sin andamiaje).

Este trabajo de grado se encuentra dividido en 6 capítulos donde se desarrollan cada una de las etapas del proceso de investigación. En el Capítulo 1 se describen los aspectos generales del estudio que dejan sentado el propósito, la justificación, las preguntas de investigación, los objetivos y los aspectos éticos que rigen la investigación. En el Capítulo 2 se describe el proceso de búsqueda de antecedentes y se citan los más relevantes que establecen las bases de la investigación en torno a las evidencias empíricas y recomendaciones de estudios similares al implementado. En el Capítulo 3 se desarrolla el marco conceptual en torno a las principales categorías abordadas, la metacognición, la autoeficacia, los andamiajes y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, citando los principales referentes teóricos que respaldan la investigación.

Ya en el Capítulo 4 se relacionan los aspectos metodológicos que guían la intervención realizada con el andamiaje computacional y la recolección de información, además, se describe de forma detallada el ambiente de aprendizaje y el procedimiento llevado a cabo. En el Capítulo 5 se citan en detalle los resultados de la investigación obtenidos por medio del análisis estadístico de los datos recolectados, describiendo el proceso de verificación de supuestos y los

métodos implementados de análisis multivariado. En el Capítulo 6 se realiza la discusión en torno a los resultados y su relación con el marco teórico y el estado del arte, lo que permite establecer las conclusiones y recomendaciones para futuros estudios.

## Capítulo 1. Estudio

Este capítulo brinda una visión general de la investigación en cuestión, incluyendo la necesidad que la motiva, una descripción detallada de su justificación y propósito, las preguntas de investigación y los objetivos que guían las diferentes etapas del proceso investigativo. Se presentan además otros aspectos relevantes como los alcances y limitaciones propios de la naturaleza del estudio, de la población y de los procesos de análisis utilizados, así como los aspectos éticos tenidos en cuenta.

### Necesidad de la Investigación

Uno de los problemas educativos más reconocidos y probablemente uno de los más estudiados, es el bajo rendimiento académico por parte de los estudiantes en diferentes niveles de escolarización: básica, media y la formación universitaria. Son instituciones reconocidas como la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y el Icfes (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación), en un contexto internacional y nacional respectivamente, las encargadas de ejecutar procesos estandarizados de evaluación que dan cuenta del bajo desempeño estudiantil. En el panorama internacional, entre los países asociados a la OCDE, Colombia presenta el desempeño más bajo en los últimos resultados publicados de las pruebas PISA (*Programme for International Student Assessment*), muy por debajo del promedio de la organización y solo superando algunos países no asociados (DNP 2020; Echazarra, 2019; Figueroa, 2019; Icfes, 2019; OCDE, 2018).

Son diversos los factores que intervienen en el rendimiento académico de los estudiantes, en Colombia particularmente se identifican problemas como violencia intrafamiliar, ausentismo y dificultades disciplinarias en la educación básica (Enríquez Guerrero et al., 2013); ya en la

educación superior se identifican deficiencias que deberían ser trabajadas antes del ingreso a este nivel educativo como la falta de concentración, motivación, atención, dificultades para regular el tiempo, además, de una deficiente utilización de técnicas para el estudio (Contreras et al., 2008). Es presumible que, si se abordan algunas de estas problemáticas con estrategias implementadas desde la educación básica, se puede aportar al mejoramiento del rendimiento académico.

En aras de fortalecer las habilidades de los estudiantes para enfrentarse de forma adecuada al proceso académico se aborda la autorregulación del aprendizaje como una de las áreas de investigación más relevantes en la psicología cognitiva y bajo la cual se estudian diferentes aspectos que influyen en el aprendizaje: cognitivos, metacognitivos, motivacionales, entre otros, que permiten enseñar a los estudiantes a ser más estratégicos y exitosos (Panadero, 2017). Aunque la mayoría de estudios sobre autorregulación y en particular sobre el componente metacognitivo se han enfocado en la educación secundaria y universitaria; existe un número significativo y en aumento de investigaciones que respaldan la eficacia del aprendizaje de estas habilidades en niños más pequeños, estudiantes de primaria e incluso desde la educación preescolar (Dignath et al., 2008; Vandavelde et al., 2013).

Los estudiantes de educación primaria, suelen requerir bastante ayuda por parte de su familia y sus docentes (Lastre Meza et al., 2017; Perkins et al., 2016). En particular, en el quinto grado en el cual realizan la transición entre un entorno monitoreado como la primaria hacia uno más independiente como la secundaria, los estudiantes requieren de un repertorio de estrategias que les permitan hacerle frente a la demanda de mayor autogestión (Vandavelde et al., 2013). En torno a esto, se ha destacado en investigaciones previas la eficiencia de desarrollar ambientes de aprendizaje computacionales para estudiantes de primaria que incluyan andamiajes

metacognitivos como ayudas para la autorregulación de su aprendizaje (Florez, 2018; Párraga & Toro, 2016).

Los andamiajes, son elementos que pueden favorecer el aprendizaje en entornos computacionales, brindando un apoyo para que los estudiantes realicen tareas que desarrollen sus habilidades de autorregulación (Hederich-Martínez et al., 2016; López-Vargas et al., 2020; Zhang & Quintana, 2012). En particular, los andamiajes de tipo metacognitivo podrían proporcionar los elementos necesarios para que los estudiantes aprendan a regular procesos como la planeación de actividades, el monitoreo de su aprendizaje, la evaluación de su trabajo y que reflexionen acerca del mismo (López et al., 2018; Molenaar et al., 2010; Zhang & Quintana, 2012), por lo que resultan ser muy completos y eficientes.

Teniendo en cuenta lo descrito, esta investigación busca afrontar el bajo rendimiento académico de los estudiantes por medio del fortalecimiento de habilidades que les permitan autorregular su aprendizaje, esto, con base en experiencias anteriores y el objetivo de sumar evidencia empírica al análisis del impacto de estrategias como lo son los andamiajes y en particular los de tipo metacognitivo, en un grado específico de transición escolar como lo es quinto de primaria en el sistema educativo colombiano. Por consiguiente, se expresan a continuación las características y propósitos específicos que formalizan el estudio.

### **Justificación y Propósito**

La interacción con ambientes computacionales ha sido desde hace tiempo un gran apoyo para facilitar la enseñanza y favorecer el aprendizaje, esto, debido a su versatilidad, flexibilidad y demás ventajas que ofrecen dichos escenarios (García-Marcos et al., 2020; Kazu & Demirkol, 2014; López et al., 2018; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019). Pero, diferentes estudios

realizados desde hace más de dos décadas y hasta la actualidad; identifican que el uso apropiado y eficaz de estos ambientes para alcanzar las metas propuestas, requiere de una alta capacidad de autorregulación por parte de los estudiantes, lo que comprende que sean capaces de plantearse metas, planificar, monitorizar, autoevaluar y valorar su aprendizaje (Azevedo, 2005; Garcia-Marcos et al., 2020; Hederich & López, 2010; Jacobson & Archodidou, 2000).

Se plantea entonces, el desarrollo de un ambiente computacional de aprendizaje que cuente con las ayudas necesarias para que los estudiantes puedan aprender a autorregular su aprendizaje. Estas ayudas se enmarcan en un andamiaje, sin embargo, el uso de estrategias de autogestión a través de un andamiaje no determina por sí solo el éxito académico de los estudiantes cuando se enfrentan a un ambiente computacional de aprendizaje; es necesario tener en cuenta diferentes factores que pueden estar asociados como: el tipo de andamiaje adecuado (Hill & Hannafin, 2001), el desvanecimiento del andamiaje (Fretz et al., 2002), el estilo cognitivo de los estudiantes (Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019) y la percepción de autoeficacia de los mismos (López-Vargas et al., 2020).

Como se mencionó en la necesidad de la investigación, los andamiajes de tipo metacognitivo proporcionan los elementos suficientes para que los estudiantes aprendan a regular procesos específicos como: la planeación, el monitoreo y la evaluación de su trabajo (López et al., 2018; Molenaar et al., 2010; Zhang & Quintana, 2012), por lo que resultan ser muy completos y eficientes. En este sentido, el andamiaje metacognitivo (cuyas características son ampliadas en el marco conceptual) aporta de manera integral a la necesidad descrita y se considera adecuado para el proceso de investigación en cuestión, centrado en los tres procesos mencionados, planeación, monitoreo y autoevaluación.

En cuanto al proceso de desvanecimiento, consiste en retirar el apoyo suministrado paulatinamente en la medida que el estudiante asume el proceso y logra el aprendizaje de forma autónoma (López, 2015). El desvanecimiento no se tiene en cuenta en todas las investigaciones que implementan andamiajes, no obstante, es un proceso crucial para algunos investigadores (Fretz et al., 2002). La implementación de un andamiaje desvanecido se puede contrastar con la implementación de un andamiaje de tipo fijo y de esta manera identificar la mejor opción para realizar intervenciones en la educación básica usando estos recursos. Por lo anterior, el andamiaje desvanecido es una de las características incluidas en el proceso de investigación.

Otro elemento de los mencionados a tener en cuenta es el estilo cognitivo de los estudiantes, diferentes estudios relacionan su influencia en la dimensión Dependencia e Independencia de Campo (DIC), mostrando diferencias individuales en el uso efectivo y eficaz de los ambientes computacionales (López et al., 2018; Valencia-Vallejo et al., 2019). Se plantea entonces la necesidad de definir elementos y ayudas inmersas en el ambiente de aprendizaje que favorezcan el aprendizaje y que permitan reducir las diferencias individuales en función de promover un aprendizaje más equitativo.

Los estudios señalan además, que los juicios de autoeficacia, es decir, los que realizan los estudiantes respecto de sus capacidades para lograr un resultado deseado, constituyen una variable asociada que puede determinar el éxito o fracaso de los objetivos esperados (López-Vargas et al., 2020; Vandeveldel et al., 2013). El uso de estrategias metacognitivas está muy relacionado con la motivación, en cuanto los estudiantes deben querer usarlas para que en realidad sean eficientes (Vandeveldel et al., 2013), por lo que un elemento motivacional como la autoeficacia puede dar cuenta de la efectividad del andamiaje implementado.



Pajares y Valiante (2002) encontraron que los estudiantes de primaria se sienten más seguros de su capacidad para usar estrategias de aprendizaje autorregulado que los de secundaria; lo que refuerza la idea del valor que el componente de autoeficacia puede aportar al análisis de una intervención con estudiantes de quinto grado. Sin embargo, esto puede variar cuando se aprende con recursos computacionales y en línea, por lo que estudios sugieren que es pertinente abordar la autoeficacia *online* entendida como la percepción que tienen los estudiantes sobre sus propias capacidades para trabajar con tecnologías de la información y la comunicación (López-Vargas et al., 2020).

El propósito de esta investigación se consolida entonces como: favorecer el rendimiento académico de los estudiantes de grado quinto y sus habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación, además de sus criterios de autoeficacia académica y online. Esto, por medio de la implementación de un ambiente computacional de aprendizaje con tres modalidades, ambiente con andamiaje fijo, ambiente con andamiaje desvanecido y un grupo control que interactúa con el ambiente sin andamiaje. Teniendo en cuenta además el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión DIC.

### **Preguntas de Investigación**

Para orientar el proceso de investigación se establecen las siguientes preguntas que recogen los principales elementos de lo planteado:

1. ¿Existen diferencias significativas por efecto de un andamiaje metacognitivo, sobre la autoeficacia académica y online, el logro de aprendizaje y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación en estudiantes de grado quinto, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?

2. ¿Existen diferencias significativas en el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación, en estudiantes de grado quinto con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?
3. ¿Existen diferencias significativas por efecto del estilo cognitivo de los estudiantes y el uso de un andamiaje metacognitivo, sobre en el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación de estudiantes de grado quinto, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?

## **Objetivos**

Se plantean los derroteros para la investigación por medio de un objetivo general que recoge de manera sintética las variables tenidas en cuenta para el estudio y los objetivos específicos que orientan el proceso con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación.

### ***Objetivo General***

Analizar el efecto de un andamiaje metacognitivo sobre el logro de aprendizaje, las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación y los criterios de autoeficacia académica y online, de estudiantes de grado quinto con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC cuando interactúan con un ambiente de aprendizaje computacional.

### ***Objetivos Específicos***

1. Diseñar el ambiente de aprendizaje para los estudiantes de grado quinto con tres modalidades: sin andamiaje, con andamiaje metacognitivo fijo y con andamiaje

metacognitivo desvanecido, el cual promueva el desarrollo de las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación, un mayor logro de aprendizaje y mejores criterios de autoeficacia académica y online.

2. Reconocer previa intervención del ambiente las covariables, planeación, monitoreo, autoevaluación, autoeficacia académica y online, logro de aprendizaje y la variable asociada estilo cognitivo en la dimensión DIC.
3. Evaluar el efecto del andamiaje metacognitivo inmerso en el ambiente computacional y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, sobre las habilidades metacognitivas, planeación, monitoreo, autoevaluación; el logro de aprendizaje y los criterios de autoeficacia académica y online.

### **Aspectos Éticos**

Es fundamental destacar que, en la presente investigación, se han tomado en cuenta los aspectos éticos necesarios para garantizar la protección y el bienestar de los participantes, en especial de los estudiantes menores de edad. Por ello, previo al inicio de la investigación, se obtuvo el consentimiento informado de los padres de familia y/o acudientes de los estudiantes, quienes firmaron el formato institucional de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), avalando la participación de los menores en el estudio. Asimismo, se han tomado todas las medidas necesarias para proteger la confidencialidad y privacidad de los datos sensibles, de acuerdo con las normativas vigentes.

## Capítulo 2. Estado del Arte

En este capítulo se presentan los hallazgos más relevantes obtenidos de la revisión bibliográfica, basada en una búsqueda sistemática de información en diferentes bases de datos especializadas en educación, tecnología y ciencia, además del repositorio institucional de la UPN. Fueron tomados como descriptores principales los conceptos de andamiaje metacognitivo y educación básica, adicionalmente se utilizaron algunos relacionados con las variables dependientes y asociadas para encontrar resultados más específicos: metacognición, estilo cognitivo y autoeficacia. Se utilizaron los descriptores en idioma español e inglés, refinados con ayuda de tesauros y diferentes operadores lógicos para combinarlos y tamizar los resultados. La información obtenida fue filtrada, clasificada y analizada desde una perspectiva crítica con el fin de hallar orientaciones que contribuyeran al presente estudio.

### Andamiajes Metacognitivos

El concepto de andamiaje planteado por Wood, Bruner y Ross (1976) y fundamentado en los estudios de Vigotsky, ha causado un gran impacto en el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje, la literatura acerca de su estudio e implementación es bastante amplia, por lo que desde el inicio se especificó la búsqueda de información en torno al “andamiaje metacognitivo”. Para la consulta preliminar en inglés se encontró un alto número de resultados por lo que se precisó la búsqueda junto a otros conceptos pertinentes para el estudio. En cuanto a la búsqueda en español se encuentra un número limitado de resultados, siendo 21 el número más alto en 1 de las 9 bases de datos consultadas (*Academic Search Complete, Computers & Applied Sciences Complete, Education Research Complete, ERIC, Fuente Académica, Scopus, Web of Science, Scielo y Dialnet*). En el repositorio de la UPN se encontraron 22 documentos relacionados.

Todos los antecedentes hallados fueron analizados para verificar su pertinencia, aportes, recomendaciones y de esta manera citar los más relevantes.

Se encontró evidencia empírica del efecto positivo de la implementación en ambientes computacionales de andamiajes metacognitivos sobre el logro de aprendizaje, algunas habilidades metacognitivas e indicadores de autorregulación, esto, en estudiantes de secundaria y estudiantes de pregrado (López et al., 2018; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019). Diversas tesis de maestría también dan cuenta de los efectos positivos sobre el logro de aprendizaje de los andamiajes metacognitivos inmersos en ambientes computacionales o apoyados en las TIC, esto, para estudiantes de secundaria y media (Bernal & Ramírez, 2022; Escobar, 2022; Morales, 2019). Es descifrable que la implementación de este tipo de andamiaje en ambientes de aprendizaje computacionales es eficiente y dada la actualidad de las investigaciones se ratifica la vigencia de los estudios de esta categoría.

Tras la exploración inicial se encontraron además, estudios enfocados en el uso y proposición de andamiajes cognitivos y metacognitivos por parte de los educadores, esto, con el fin de fortalecer habilidades metacognitivas en sus estudiantes (Balderas et al., 2020; González & Beltramino, 2017). En este sentido, se evidencia la importancia del uso por parte de los educadores de ayudas que promuevan el aprendizaje de estrategias metacognitivas. Fueron descartados algunos documentos por no tener suficiente relación con este estudio en particular y otros se trataron con mayor profundidad en los siguientes subtítulos ya que aparecieron de forma reiterativa en las búsquedas más precisas junto a otros descriptores. Se resalta, que no se hallaron artículos en español publicados en revistas científicas relacionados con la educación básica, los resultados de este tipo se encontraron al precisar la búsqueda en inglés y en el repositorio institucional de la UPN.

## **Andamiajes Metacognitivos y Educación Básica**

Bornas y Llabrés (2001) realizaron una investigación experimental con 60 estudiantes de tercer grado que presentaban bajo rendimiento académico. La premisa del estudio era comprobar en qué medida un mayor nivel de andamiaje, incluyendo ayudas computacionales y presenciales, mejoraría el uso de estrategias metacognitivas y el logro de aprendizaje en los estudiantes. Dentro del diseño de la investigación un grupo trabajó con un software con ayuda estática y el docente (nivel de andamiaje bajo), otro con un software con ayuda dinámica sin ayuda del docente (medio), otro con ayuda dinámica y ayuda del docente (alto) y el grupo control. Los resultados no mostraron diferencia en el logro de aprendizaje, pero sí en el uso de estrategias, los estudiantes con el andamiaje de mayor nivel obtuvieron el triple de puntaje que los del nivel más bajo en el uso de estrategias, además de que las estrategias eran más complejas, lo que indicó que el tipo y nivel de andamiaje son factores clave.

Aunque el estudio descrito es muy antiguo es citado por ser un estudio experimental que da cuenta del uso de estrategias metacognitivas en estudiantes desde temprana edad y la eficiencia de los andamiajes, destacando los investigadores que el andamiaje implementado debe ser de tipo metacognitivo para que este sea eficiente (Bornas & Llabrés, 2001). En cuanto a los apoyos metacognitivos en ambientes computacionales diseñados para la educación primaria, Molenaar y colaboradores (2010) también desarrollaron un estudio experimental analizando la influencia de un andamiaje metacognitivo estructurante y uno problematizador sobre las actividades metacognitivas ejecutadas por grupos de estudiantes en un plano interpersonal, mostrando como resultado que los dos andamiajes con respecto a un grupo control, tenían un efecto significativo sobre la cantidad de actividades metacognitivas en un plano interpersonal,

incluso después de desmontar el andamiaje los resultados mostraron que se mantenía el efecto, lo que fortalece la hipótesis de la pertinencia del desvanecimiento en los andamiajes.

Párraga y Toro (2016) realizaron una investigación en torno a la implementación de un andamiaje metacognitivo para fortalecer la solución de problemas matemáticos en estudiantes de quinto grado, obteniendo resultados favorables sobre el desempeño en las tareas de aprendizaje en cuanto al uso de estrategias, pero sin diferencias significativas en el logro de aprendizaje entre el grupo con andamiaje y el grupo control. De este estudio se destacan principalmente las recomendaciones, los investigadores resaltan la necesidad de desarrollar adaptaciones a los andamiajes en función de la población, para que estos puedan ser asimilados de manera efectiva. Además, señalan los autores que es importante un entrenamiento previo para la comprensión y manejo fluido del ambiente de aprendizaje, ya que estos pueden resultar muy complejos para estudiantes de primaria si no se realiza una correcta apropiación del entorno virtual.

Una estudio destacado es el realizado por Florez (2018) como tesis de grado, en él, se desarrolló una investigación de tipo cuasiexperimental en la cual se estudiaba el efecto de un andamiaje fijo y además un andamiaje desvanecido sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje en estudiantes de grado quinto, en el estudio se incluyó la variable asociada de estilo cognitivo en la dimensión DIC. Dentro de los resultados se encuentra un efecto estadísticamente significativo del andamiaje metacognitivo fijo sobre el logro de aprendizaje, diferentes habilidades metacognitivas y la reducción de diferencias individuales en la interacción con el ambiente por parte de los estudiantes con diferente estilo cognitivo. En cuanto a la implementación del andamiaje desvanecido, este no generó diferencias significativas sobre las variables estudiadas, por lo que la investigadora recomienda profundizar

en el diseño e implementación de este tipo de andamiajes para verificar la mejor manera de desmontarlos reduciendo las ayudas sin perder el efecto positivo.

Dentro de los resultados se encuentra un estudio realizado en Indonesia por Prabawanto (2018) que relaciona la implementación de un andamiaje metacognitivo para el fortalecimiento de la autoeficacia matemática en los estudiantes. Esta investigación no fue llevada a cabo con estudiantes de educación básica sino con estudiantes de pregrado en formación de docentes de primaria, sin embargo, se relaciona por mostrar resultados favorables del efecto del andamiaje metacognitivo sobre los criterios de autoeficacia matemática de los estudiantes y resaltar la importancia de la autoeficacia en la formación de los docentes de primaria ya que les permitirá abordar mejor problemas matemáticos y ser más precisos en los cálculos (Prabawanto, 2018), desarrollando habilidades que pueden ser transmitidas a sus futuros aprendices, además, de incentivar el uso de andamiajes de tipo metacognitivo en la enseñanza de las matemáticas bajo un enfoque que incluya la planeación, monitoreo y evaluación a lo largo del proceso de aprendizaje.

Por la misma línea de los andamiajes en la clase de matemáticas, otra investigación realizada con estudiantes de primaria en Corea del Sur identificó las ventajas de incluir diferentes tipos de andamiajes en la resolución de problemas mal estructurados. Los participantes del estudio resolvieron problemas siguiendo una secuencia de analizar, examinar, crear, toma de decisiones y evaluar. Antes de la evaluación los investigadores añadieron el andamiaje metacognitivo que les permitió analizar nuevamente y de manera más profunda el problema. También se incluyó un andamiaje estratégico cuando la comprensión de la información se dificultaba, lo que les permitió trabajar de manera ordenada y facilitar la solución del problema (Cho & Kim, 2020). Aunque el andamiaje trabajado no era computacional, este estudio da cuenta



al igual que otros, de la importancia de trabajar la metacognición en estudiantes de primaria (Dignath et al., 2008).

Otro estudio destacado es el realizado por Mevarech e Iddiny (2021) en Israel, en el cual se trabajó con estudiantes de preescolar de 5 y 6 años. Las investigadoras realizaron un estudio experimental, en el cual se probó el efecto de un andamiaje metacognitivo que apoyaba *e-books* de matemáticas, obteniendo resultados significativamente superiores en razonamiento y conocimiento matemáticos por parte del grupo que interactuó con los *e-books* con andamiaje sobre el grupo que interactuó con los *e-books* sin andamiaje y el grupo control que no utilizó ninguna de las estrategias. Este estudio encuentra gran relevancia en cuanto presenta evidencia empírica del potencial de los andamiajes metacognitivos incluso en estudiantes de nivel preescolar, además las investigadoras reportan diferencias significativas en razonamiento matemático, entre el grupo que utilizó los *e-books* sin andamiaje y el grupo control, lo que también da cuenta del potencial pedagógico del diseño de recursos electrónicos en sí.

Un estudio más reciente es la investigación cualitativa llevada a cabo por Caballero y Perilla (2022) se desarrolló para los estudiantes de cuarto y quinto grado de educación básica, un ambiente computacional de aprendizaje que incorporaba una estrategia metacognitiva, diseñado para enseñar la resolución de problemas matemáticos. Aunque no se abordó el concepto de andamiaje directamente, la estrategia metacognitiva incluía apoyos dinámicos para los estudiantes en torno a la planeación, ejecución del plan, control y evaluación. Para la recolección de datos usaron el análisis de protocolos verbales, encontrando que los estudiantes tienen dificultad para comprender los problemas matemáticos y los procesos de planeación, por lo que destacaron el papel del docente como guía y motivador en el proceso de aprendizaje, ayudando a los estudiantes a aprovechar mejor el ambiente computacional, adicionalmente estos resultados

invitan a desarrollar de manera más precisa los módulos de planeación en los andamiajes para mejorar la comprensión.

Otro estudio reciente se llevó a cabo con estudiantes de tercero y cuarto grado de primaria en el municipio de Samurindó (Builles et al., 2022), utilizando la "radio educativa" como andamiaje en el área de ciencias naturales. Los investigadores diseñaron cuatro programas centrados en el tema del Covid-19 para cuarto grado y en sistemas del cuerpo humano para tercer grado, los cuales se relacionaron con estrategias de andamiaje metacognitivo, cognitivo y afectivo. Durante la aplicación del estudio, se encontró una dificultad relacionada con la fácil distracción de los estudiantes debido a la lluvia, lo cual afectó su capacidad de escucha. Las conclusiones del estudio indicaron que las sesiones radiales fueron bien recibidas por los estudiantes, evidenciando el potencial de la radio educativa como una herramienta de andamiaje en la enseñanza de las ciencias naturales. Aunque se encontraron desafíos en su implementación debido a factores externos, se destaca la importancia de adaptar los andamiajes a las necesidades y características de las nuevas generaciones de estudiantes.

### **Andamiajes Metacognitivos y Estilo Cognitivo**

Los andamiajes metacognitivos, entendidos como una aproximación didáctica para desarrollar en los estudiantes la capacidad de autorregular su aprendizaje (Hederich & López, 2010), han sido implementados en diversos estudios de la mano del estilo cognitivo en la dimensión DIC como una variable asociada que permite analizar las diferencias y dificultades que presentan algunos estudiantes con respecto a otros para interactuar con los ambientes computacionales y hacer un uso efectivo y eficaz de los mismos. Investigaciones llevadas a cabo en la educación secundaria y superior destacan una contribución significativa de los andamiajes metacognitivos en la obtención de aprendizajes equivalentes para estudiantes con diferente estilo

cognitivo, además de una influencia positiva sobre su logro de aprendizaje y sus habilidades metacognitivas (Buitrago, 2016; Duarte, 2021; Huertas et al., 2017; Morales, 2019; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

Un estudio que aparece de forma reiterativa en las bases de datos consultadas es el derivado de la tesis de Grado de Buitrago (2016). En este artículo de investigación (López et al., 2018), se describe una intervención con el software diseñado para un estudio previo “Amadis” (Hederich-Martínez et al., 2016), el cual incluye un andamiaje metacognitivo. Dicha intervención analiza el efecto del andamiaje sobre el logro de aprendizaje, algunos criterios de capacidad autorreguladora y la reducción de diferencias individuales en los estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Los resultados muestran un efecto positivo del ambiente con andamiaje sobre el logro de aprendizaje y la reducción de diferencias individuales de los estudiantes al interactuar con el mismo, además de algunas diferencias significativas sobre la autorregulación metacognitiva, esto debido al tipo de andamiaje implementado.

Como se plantea en este estudio, la metacognición está muy relacionada con la motivación y los juicios que los estudiantes tienen sobre sus capacidades para llevar a cabo una tarea de aprendizaje, en esa misma línea se encuentra la investigación realizada por Valencia-Vallejo y colaboradores (2019) en la cual se asoció puntualmente el efecto de un andamiaje metacognitivo sobre el logro de aprendizaje, la metacognición y la autoeficacia académica de estudiantes de primer semestre de pregrado con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC, reportando efectos estadísticamente significativos positivos de la influencia del andamiaje sobre la capacidad metacognitiva de los estudiantes, sus criterios de autoeficacia y el éxito en el logro de aprendizaje, además de establecer que el andamiaje favoreció de manera equitativa a los estudiantes independientemente de su estilo cognitivo. Aunque las investigaciones citadas no son

concluyentes, los resultados positivos alientan a desarrollar más investigaciones sobre los temas abordados en función de mejorar el aprendizaje.

Se amplía otro estudio de gran relevancia ya citado en este documento por sus aportes empíricos. La investigación realizada por Solórzano-Restrepo y López-Vargas (2019) en la que se analiza el efecto de un andamiaje metacognitivo y el estilo cognitivo en la dimensión DIC como variable asociada, sobre las variables dependientes: carga cognitiva, logro de aprendizaje y conciencia metacognitiva. La población de estudiantes de pregrado se dividió en dos grupos, uno que interactuó con un ambiente de aprendizaje que incluía el andamiaje y otro sin él, mostrando mejores resultados para el logro de aprendizaje y la capacidad de monitoreo de los estudiantes que interactuaron con el andamiaje. Los investigadores señalan la eficiencia del andamiaje para mejorar el rendimiento académico y reducir las diferencias individuales de los sujetos producidas por el estilo cognitivo, sin embargo invitan a continuar con los estudios empíricos al no poder generalizar los resultados.

Se destaca el trabajo publicado de Gallego (2020) en el cual se describe la implementación exitosa de un andamiaje de tipo metacognitivo incluido en un ambiente de aprendizaje basado en la web, el cual fue diseñado para la enseñanza de contenidos relacionados con ciencias naturales a estudiantes de secundaria. Los resultados obtenidos por el investigador muestran un efecto significativo del ambiente de aprendizaje con andamiaje sobre las variables: logro de aprendizaje y capacidad metacognitiva (medida con el cuestionario Escola que evalúa planificación, supervisión, evaluación y buen lector). El estudio además tiene en cuenta el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión DIC, encontrando una reducción de las diferencias individuales de los estudiantes al enfrentarse al ambiente, lo que se entiende como otra de las

bondades de la intervención con ambientes basados en la web apoyados en estrategias metacognitivas.

### **Educación Básica, Metacognición, Autoeficacia Académica y Online**

Actualmente la metacognición y la autoeficacia son abordadas como elementos del aprendizaje autorregulado desde diferentes aspectos en la educación y la educación básica o primaria no es la excepción. Aunque se reportan investigaciones en menor medida con respecto a la secundario o la educación superior, el número de investigaciones recientes halladas en las consultas muestra un aumento que puede dar cuenta de la importancia que se le da en la actualidad al desarrollo de habilidades de autorregulación en la población infantil. Es importante enseñar a los estudiantes a reconocer e implementar las estrategias metacognitivas necesarias para desarrollar sus deberes, solucionar problemas y motivarse para el aprendizaje, antes de desarrollar las habilidades como tal (García et al., 2016). Para realizar un acercamiento se destacan algunos estudios llevados a cabo en diferentes contextos.

Un estudio realizado con estudiantes de primaria en Países Bajos (Baas et al., 2015), relaciona la evaluación para el aprendizaje con el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas. Para la investigación se utilizó una muestra de 528 estudiantes de diferentes escuelas primarias, los cuales resolvieron cuestionarios de autorreporte sobre su percepción alrededor de las variables. Los resultados obtenidos por el grupo de investigadores indican que las actividades de monitoreo permiten que los estudiantes comprendan en qué lugar de su proceso de aprendizaje están ubicados y permiten predecir la orientación de la tarea y planeación de actividades. Además, destacan que las actividades propuestas como andamiaje se relacionan positivamente con estrategias de aprendizaje de nivel superficial y profundo, resaltando la función de la evaluación para ceder a los estudiantes el control de su aprendizaje.

En una investigación enfocada en estudiantes de quinto y sexto grado, se analizaron las diferencias en habilidades metacognitivas y funciones ejecutivas entre dos grupos de estudiantes con diferentes niveles de conocimiento metacognitivo establecidos por medio de una prueba de reconocimiento de estrategias, dentro de los principales resultados encontraron que los estudiantes con mayor nivel de conocimiento metacognitivo emplearon con mayor frecuencia estrategias metacognitivas en las fases de planeación y ejecución con respecto a los estudiantes con menor nivel de conocimiento, sin embargo, en ambos grupos encontraron un bajo uso de estrategias en la fase de evaluación (García et al., 2016). Estos resultados invitan a desarrollar primero el conocimiento metacognitivo y a prestar mayor atención al conocimiento relacionado con la fase de evaluación al ser más compleja para los estudiantes de los niveles mencionados.

Junto a las variables asociadas con la metacognición de los sujetos, la autoeficacia se encuentra como uno de los factores emocionales más estudiados en la educación, este constructo fue abordado por Ramírez (2018) quien propuso un andamiaje de autoeficacia inmerso en un ambiente computacional diseñado para estudiantes de quinto grado. El estudio tuvo en cuenta el efecto del andamiaje sobre los criterios de autoeficacia, el logro de aprendizaje, la carga cognitiva y la reducción de diferencias individuales en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Los resultados obtenidos muestran de manera exitosa un efecto significativo por cuenta del andamiaje sobre todas las variables tenidas en cuenta, además de la obtención de aprendizajes equivalentes para los estudiantes con diferente estilo cognitivo. La investigadora recomienda incluir andamiajes o elementos motivacionales en los ambientes de aprendizaje que favorezcan los criterios de autoeficacia de los participantes.

Otro estudio realizado por López-Vargas y colaboradores (2020) analizó los efectos de un andamiaje motivacional en relación con el estilo cognitivo, sobre el logro de aprendizaje, la

autoeficacia académica y autoeficacia online, entendida como la percepción de los estudiantes frente a su capacidad de usar diferentes elementos informáticos (Compeau & Higgins, 1995). En la investigación en cuestión se encontraron efectos estadísticamente significativos del andamiaje sobre el logro de aprendizaje y los criterios de autoeficacia online, también de la relación del andamiaje y el estilo cognitivo sobre la autoeficacia académica (López-Vargas et al., 2020).

Un estudio realizado en Suiza centrado en la práctica docente y la instrucción de estrategias cognitivas y metacognitivas en estudiantes de segundo y cuarto grado, mostró como la enseñanza de estrategias metacognitivas predijo de forma positiva el reestudio en los estudiantes y su autocontrol, de esta manera se pudo inferir que la forma como son dadas las instrucciones a los niños afecta su metacognición, resaltando sin embargo, que los profesores recurrieron más a menudo a la enseñanza de estrategias cognitivas (van Loon et al., 2021). Esta investigación da cuenta del efecto positivo de la enseñanza enfocada en la metacognición sobre la habilidad de los estudiantes de autorregular su aprendizaje, además, deja en evidencia que los docentes recurren más a las estrategias enfocadas en la cognición, por lo que ayudas como las ofrecidas por los andamiajes pueden permitir un mayor control sobre las estrategias metacognitivas para que no se queden fuera del proceso de aprendizaje.

Las autoras del anterior estudio y otros colaboradores desarrollaron, además, una investigación con el fin de identificar la fiabilidad de diferentes medidas psicométricas de monitoreo metacognitivo en niños de segundo y cuarto grado de escuelas públicas (Roebbers et al., 2021), Para determinar qué tan confiables y estables son las habilidades de monitoreo en los niños, ellos evaluaron la exactitud de su desempeño en una tarea de aprendizaje por medio de cuestionarios que relacionaban juicios de aprendizaje y de confianza antes y después de la tarea, además de medir la confiabilidad y estabilidad de pruebas paralelas (reconocimiento y tiempo de

respuesta). Los resultados indican una consistencia interna alta de los juicios de monitoreo metacognitivo (aprendizaje y confianza), es decir, que el reconocimiento de factores de confianza en sí mismo ya se encuentra establecido en niños de primaria y por lo tanto es viable medirlo. Sin embargo, las pruebas paralelas no mostraron valores aceptables de consistencia interna.

Uno de los estudios más recientes que involucran habilidades metacognitivas en educación primaria fue el de tipo preexperimental de estrategias metacognitivas para la comprensión lectora en estudiantes de cuarto año (Farias, 2022), con una muestra de 33 estudiantes, la investigadora evidenció el bajo nivel de comprensión lectora en un gran porcentaje de los estudiantes por lo que se aplicaron estrategias metacognitivas a través de lecturas durante dos semanas, para luego aplicar el pos-test en dónde se evaluó nuevamente la comprensión lectora de los estudiantes, evidenciando una mejoría significativa por parte de la intervención metacognitiva medida a través de encuestas y formularios de autorreporte.

Un estudio publicado recientemente (Arrieta, 2023), aborda el uso de Google Drive como herramienta para mejorar el proceso de escritura en estudiantes de quinto de primaria, a lo largo del estudio desarrollan temas como el aprendizaje autorregulado y el andamiaje en este caso brindado por el docente. El estudio se desarrolló con 12 estudiantes de grado quinto en modalidad virtual debido a la pandemia. En él, los estudiantes realizaron diversas tareas y actividades tanto de manera individual como de manera sincrónica, donde se les brindaba una plantilla para la edición y realización de un texto. Al finalizar el estudio los autores concluyeron que los estudiantes realizaron textos más elaborados, más extensos, una adecuada adaptación del lenguaje, entre otros elementos, todo esto mediante las funciones de Google Drive.



## **Resumen de los Hallazgos**

Dentro de los principales aportes se destacó la eficacia casi generalizada en los estudios citados de los andamiajes o ayudas metacognitivas implementadas ya sea en el aula de manera presencial o de manera computacional en ambientes de aprendizaje mediados por las TIC, alojados en la web e incluso diseñados para dispositivos móviles. Se tuvo en cuenta, además, que la mayoría de las investigaciones son recientes y en ellas, los investigadores recomiendan de manera reiterativa continuar con el estudio de los andamiajes de tipo metacognitivo, ya sea desde la perspectiva de la implementación por parte de los docentes o de la interacción de los estudiantes con los mismos midiendo el efecto sobre diferentes variables que intervienen en el proceso de aprendizaje.

Para esta investigación se tuvieron en cuenta recomendaciones como la necesidad de adaptar los andamiajes en función de la población para mejorar la interacción con estos, además de realizar entrenamientos previos que permitan reconocer los entornos de aprendizaje y sus funcionalidades (Párraga & Toro, 2016), en especial, si se tiene en cuenta que se trabaja con una población de estudiantes de primaria que no tienen la misma facilidad para comprender algunos elementos que podrían ser sencillos para estudiantes de otros niveles educativos. También se tuvo en cuenta la necesidad de fortalecer el diseño e implementación del andamiaje de tipo desvanecido (Florez, 2018), pues los estudios muestran resultados diversos, algunos exitosos y otros sin efecto significativo en comparación con el andamiaje de tipo fijo o los grupos control.

Se identificó que hay una relación estrecha entre la implementación de andamiajes metacognitivos y la reducción de diferencias individuales que podrían tener los estudiantes al interactuar con ambientes de aprendizaje computacionales producidas por su estilo cognitivo en la dimensión DIC, favoreciendo el alcance de aprendizajes equivalentes. Además, los andamiajes

metacognitivos tuvieron efecto en varios de los estudios citados sobre el fortalecimiento de habilidades metacognitivas y criterios de autoeficacia en los estudiantes, sin dejar de lado el papel del docente en la implementación de estos, manteniendo un rol de guía y tutor que acompaña el proceso de aprendizaje.

### **Capítulo 3. Marco Conceptual**

En este capítulo se proporciona una base teórica sólida para comprender los conceptos clave relacionados con el estudio y su relevancia en el contexto educativo. Se aborda inicialmente la metacognición, su relación con la autorregulación del aprendizaje, diferentes modelos de autorregulación que incluyen los procesos metacognitivos y algunos instrumentos para su evaluación. Posteriormente se aborda la autoeficacia como factor motivacional vinculado estrechamente a los procesos de autorregulación, el concepto de andamiaje y los diferentes tipos y clasificaciones planteadas en la literatura, por último, se relaciona la teoría en torno al estilo cognitivo en la dimensión DIC para finalizar con las conclusiones del capítulo.

#### **Metacognición**

Cuando se habla de metacognición, varios autores se refieren al control consciente de la actividad cognitiva (Pozo et al., 2006; Zohar & Barzilai, 2013). El término fue acuñado inicialmente por Flavell (1976) quién lo describió como el conocimiento que una persona tiene sobre su propio proceso cognitivo y cómo ejerce control sobre él, desde entonces, aunque su definición no ha tenido muchas variaciones, se ha avanzado en su comprensión y en determinar la forma como se puede desarrollar la metacognición en términos de actividades y estrategias precisas. Un estudiante que se autorregula es estratégico y tiene un alto nivel metacognitivo, establece objetivos, planifica, monitorea su aprendizaje, evalúa su proceso y reflexiona sobre el mismo (Pintrich, 2004; B. J. Zimmerman, 2008).

En la conceptualización de la metacognición realizada por Flavell (1979) se plantea con base en estudios previos cómo los estudiantes de menor edad son naturalmente malos para reconocer sus procesos metacognitivos o relacionados con su propio aprendizaje por lo que

plantea un modelo para determinar lo que podría aprender un niño o adolescente para mejorar sus procesos de monitoreo cognitivo. Dentro del modelo se tienen en cuenta cuatro elementos principales: el conocimiento metacognitivo, las experiencias metacognitivas, las metas y las estrategias (Flavell, 1979). El autor propone teóricamente cómo las interacciones entre los cuatro elementos mencionados en el modelo podrían ayudar a establecer ideas sobre lo que podrían aprender los niños en diferentes niveles hasta obtener un conocimiento metacognitivo más sofisticado. Además, tiene en cuenta cómo para la época se empiezan a establecer conexiones entre las ideas sobre metacognición y la teoría de aprendizaje social, así como el estudio del comportamiento cognitivo y la educación.

Paris y Winograd (1990) relacionan la metacognición y la motivación ya en términos educativos, estableciendo que la metacognición puede contribuir en el aprendizaje independiente, haciendo que los estudiantes tengan conciencia de su propio pensamiento, lo que podría producir emociones de orgullo y autoeficacia. Basados en evidencia empírica los investigadores describen 4 formas de enseñar a los alumnos a pensar y desarrollar procesos metacognitivos. La explicación metacognitiva que se da cuando el profesor asume un control metacognitivo de su instrucción. La enseñanza con andamiaje en la que media el diálogo entre el profesor y el estudiante sobre una meta específica difícil de alcanzar. El entrenamiento cognitivo que combina estrategias de instrucción metacognitiva, diálogo, modelado y estímulo. El aprendizaje cooperativo se centra en el intercambio social de la metacognición, donde los estudiantes aprenden estrategias y se motivan unos a otros.

Un metaanálisis realizado por Wang et al. (1990) alrededor de las variables que intervenían en el aprendizaje en el ámbito escolar y basado en la literatura disponible hasta la época, encontró que la metacognición era el predictor mejor valorado del aprendizaje. Dentro de

las variables metacognitivas más importantes según la valoración recibida en su proceso de investigación se destacan, el monitoreo de la comprensión que incluía la planeación, el monitoreo de la efectividad de las acciones intentadas, prueba, revisión y evaluación de estas. Otras variables tenidas en cuenta dentro del potencial de la metacognición fueron las estrategias de autorregulación y autocontrol de la atención, así como estrategias para facilitar la generalización de conceptos.

En 2006 se creó la primera y única revista dedicada exclusivamente al estudio de la metacognición y la autorregulación del aprendizaje, con el propósito de reunir los esfuerzos de diferentes investigadores que trabajaban por separado en temas relacionados, a este gran paraguas de la psicología cognitiva como lo define Panadero (2017). Veenman et al. (2006) plantean en el primer artículo de la revista una conceptualización de la metacognición en la que se hace una reflexión acerca de la ambigüedad del concepto y sus elementos, partiendo de un ejemplo muy preciso y es la discusión en torno a si la metacognición es subordinada o supraordinada con respecto a la autorregulación, esto, de acuerdo con la perspectiva de diferentes investigadores, aunque, en una visión moderna y de acuerdo con los modelos que han prevalecido, esta discusión podría estar resuelta.

### ***Autorregulación y Metacognición***

La autorregulación y la metacognición son dos marcos de referencia para la investigación educativa que han estado de la mano desde hace décadas, inicialmente se creía que la metacognición era la única forma de autorregular el aprendizaje (Boekaerts & Corno, 2005), ya en la actualidad, se puede definir la autorregulación como un proceso de control en el que un sujeto domina a través de estrategias para alcanzar el éxito, sus acciones, pensamientos, motivaciones y emociones (Panadero & Tapia, 2014); proceso en el que, si bien la

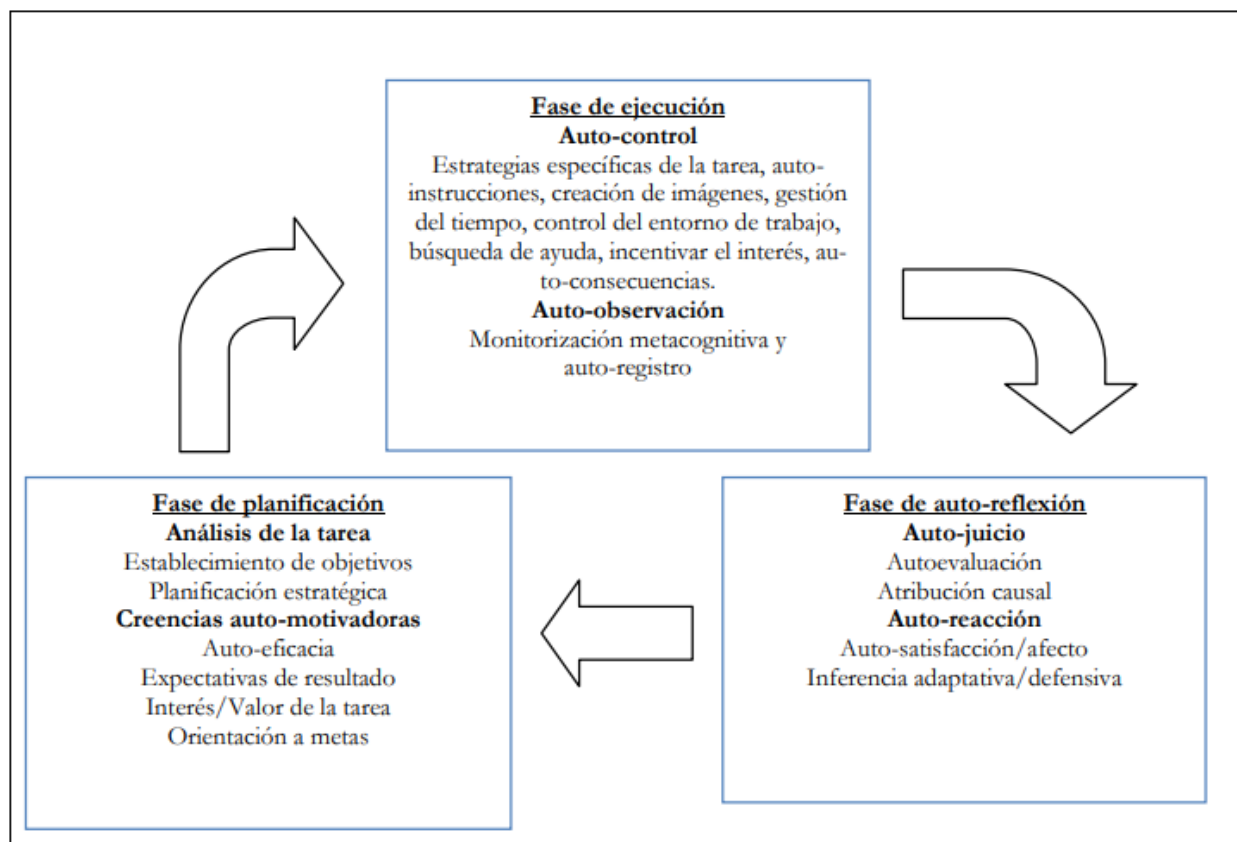
metacognición es fundamental, se encuentran vinculados también aspectos cognitivos, motivacionales, entre otros (B. J. Zimmerman & Moylan, 2009).

El concepto de autorregulación está vinculado directamente con el uso de diferentes tipos de estrategias por parte de los estudiantes para alcanzar sus objetivos, en este sentido los estudiantes con mejores resultados usan más estrategias que sus compañeros con peores resultados, lo que se ha comprobado a través de la investigación empírica (B. J. Zimmerman & Martinez-Pons, 1988). Ahora bien, el uso de estrategias que están relacionadas con el proceso cognitivo más que con los aspectos motivacionales, emocionales o volitivos se abordan desde la metacognición. Esta distinción entre autorregulación y metacognición permitió a los investigadores expandir su trabajo y desarrollar varios modelos de aprendizaje autorregulado (Panadero, 2017), en los que se describen de manera muy precisa los procesos metacognitivos y de los cuales se citan algunos de los más destacados.

**Modelo Cíclico de Zimmerman y Moylan.** Dentro de los modelos más representativos se encuentra el modelo cíclico con enfoque socio-cognitivo de Zimmerman, el cuál fue planteado por el investigador educativo en el año 2000 y a partir de ese momento ha tenido diferentes variaciones que lo han enriquecido. La última versión del modelo, desarrollada por Zimmerman y Moylan (2009) y apoyada en evidencia empírica (

Figura 1), sugiere que el proceso de autorregulación inicia con el análisis de la tarea, en el que hay una serie de subprocesos y elementos particulares como las creencias automotivadoras (que incluyen la autoeficacia), la planificación estratégica, el planteamiento de objetivos, entre otros elementos, que en conjunto establecen la fase de planificación.

**Figura 1.** Fases y procesos de la autorregulación según Zimmerman y Moylan (2009)



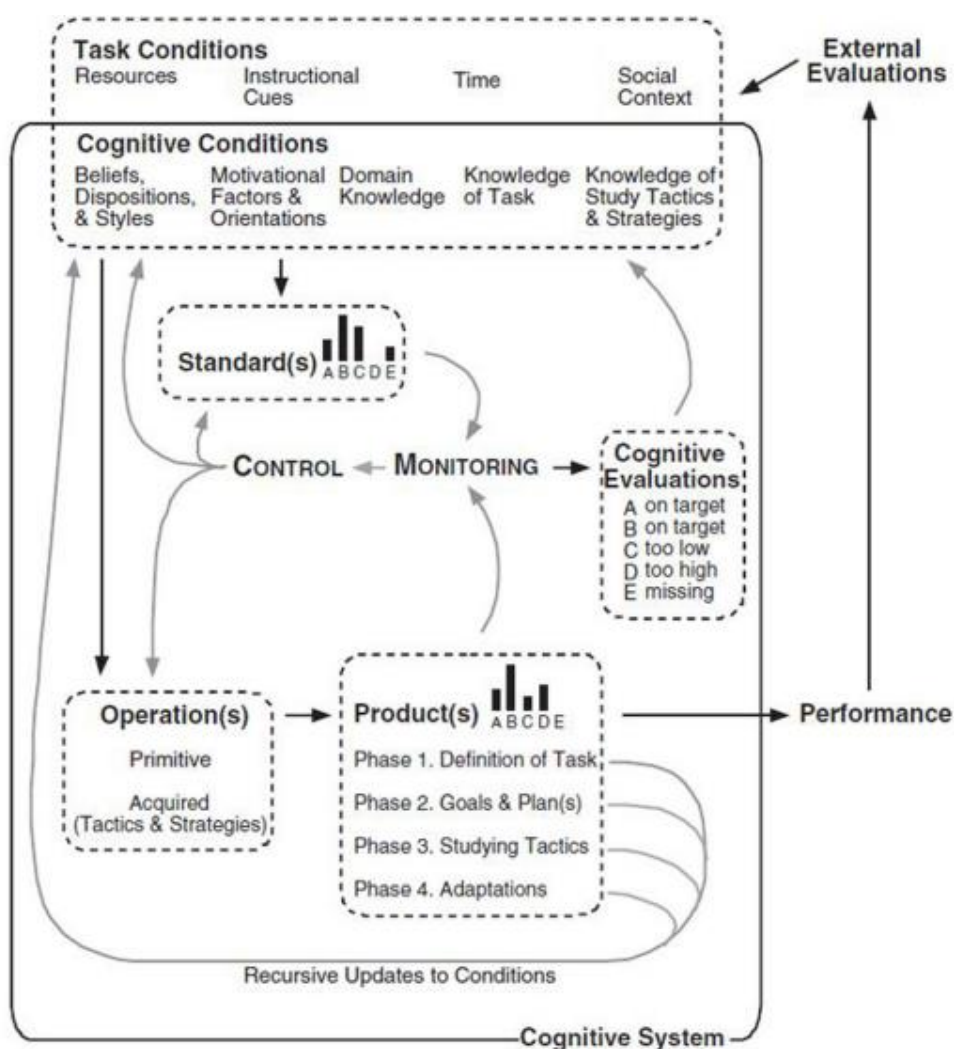
*Nota.* © Routledge. Tomada de Panadero y Tapia (2014).

La siguiente fase en el modelo es la de ejecución, en la que se desarrolla la actividad por parte del estudiante y en la que es crucial que utilice estrategias de aprendizaje y mantenga la concentración para alcanzar sus objetivos y mantener el interés (Panadero & Tapia, 2014). Al igual que la fase anterior, esta relaciona unos subprocesos cómo lo son la autoobservación y el autocontrol metacognitivo y emocional cada uno con acciones específicas. Al finalizar la tarea el estudiante se ubica en la fase de autorreflexión en la que juzga y valora su trabajo y sus emociones con respecto al mismo, realizando una autoevaluación en torno a los criterios de evaluación y a las metas fijadas por sí mismo al inicio de la actividad (Panadero & Tapia, 2014).



**Modelo de cuatro fases de Winne y Hadwin.** Es un modelo que pone la metacognición en un lugar especial dentro del proceso de autorregulación del aprendizaje, explicando cómo los estudiantes más autorregulados son los que monitorean su aprendizaje y usan estrategias metacognitivas que tienen efecto sobre su motivación y a largo plazo (Winne & Hadwin, 1998). Este modelo (Figura 2), ha sido usado ampliamente en la investigación que implementa entornos de aprendizaje asistidos por computadora (Panadero, 2017; Panadero et al., 2015).

**Figura 2.** Modelo de Winne y Hadwin (1998)



*Nota.* Versión adaptada del modelo de Winne y Hadwin tomada de Panadero (2017).

Aunque inicialmente el modelo fue propuesto por Winne, este pasó por varias etapas de revisión donde el más reconocido es el Publicado por Winne y Hadwin (1998) en el que se proponen cuatro fases recursivas que son: definición de la tarea, establecimiento de objetivos y planeación, promulgación de estrategias y adaptación metacognitiva del estudio. Sin embargo, no hay instrumentos clásicos basados en este modelo para medir el aprendizaje autorregulado, más sí hay herramientas de análisis que usan el modelo como marco teórico (Panadero, 2017).

**Modelo de Aprendizaje Autorregulado de Pintrich.** Este modelo que cuenta con una única versión, es muy representativo en el campo ya que parte del trabajo de Pintrich sobre autorregulación, motivación y de su gran aporte a la psicología cognitiva, el MSLQ (Pintrich et al., 1991, 1993; Pintrich & De Groot, 1990). El modelo de aprendizaje autorregulado de Pintrich (2000) presentado en el primer manual de autorregulación, está compuesto por cuatro fases: previsión, planificación y activación; monitoreo; control; reacción y reflexión. Cada fase se aborda a la vez, desde cuatro áreas de regulación, cognición, motivación/afecto, comportamiento y contexto (Pintrich, 2000). El modelo, presentado en la Figura 3 aborda áreas como la regulación del comportamiento basándose en el trabajo de Bandura, que ningún otro modelo aborda, además aunque no hay evidencia empírica que aborde su validación, sí la hay sobre la validación del cuestionario MSLQ sobre el cual está basado (Panadero, 2017).

**Figura 3.** Modelo de Pintrich (2000)**TABLE 1** Phases and Areas for Self-Regulated Learning

Phases	Areas for regulation			
	Cognition	Motivation/affect	Behavior	Context
1. Forethought, planning, and activation	Target goal setting	Goal orientation adoption	[Time and effort planning]	[Perceptions of task]
	Prior content knowledge activation	Efficacy judgments	[Planning for self-observations of behavior]	[Perceptions of context]
	Metacognitive knowledge activation	Ease of learning judgements (EOLs); perceptions of task difficulty Task value activation Interest activation		
2. Monitoring	Metacognitive awareness and monitoring of cognition (FOKs, JOLs)	Awareness and monitoring of motivation and affect	Awareness and monitoring of effort, time use, need for help  Self-observation of behavior	Monitoring changing task and context conditions
3. Control	Selection and adaptation of cognitive strategies for learning, thinking	Selection and adaptation of strategies for managing motivation and affect	Increase/decrease effort	Change or renegotiate task
			Persist, give up Help-seeking behavior	Change or leave context
4. Reaction and reflection	Cognitive judgments	Affective reactions	Choice behavior	Evaluation of task
	Attributions	Attributions		Evaluation of context

*Nota.* Versión adaptada del modelo Pintrich (2000), tomada de Panadero (2017).

**Elementos Comunes en los Modelos.** Aunque los modelos representan mecanismos diversos para la autorregulación del aprendizaje, Azevedo (2005) resume en cinco supuestos los principales elementos compartidos. Uno indica que los estudiantes son participantes activos del proceso de aprendizaje construyendo sus propios significados, estrategias y objetivos a partir de información interna y externa. El segundo sugiere que los estudiantes son capaces de controlar, monitorear y regular aspectos de su cognición, motivación, comportamiento y contexto. El tercero hace referencia a las condiciones que pueden impedir el anterior, condiciones, de desarrollo, biológicas, contextuales o individuales (por ej: su estilo cognitivo). Un cuarto supuesto generalizado propone que existe un objetivo o criterio contra el cual cada sujeto hace

comparaciones para evaluar si debe hacer un cambio o si debe continuar, lo que hace referencia al seguimiento metacognitivo, que implica que el estudiante establezca metas, las supervise y se adapte a ellas para alcanzar un objetivo. Por último, las características de autorregulación son mediadoras y transformadoras entre las condiciones que rodean al estudiante y su capacidad de adaptarse para cumplir las metas.

### ***Evaluación de la Metacognición***

**MAI.** Existen muchos instrumentos para evaluar la metacognición, algunos destinados a poblaciones específicas y otros usados de forma masiva en investigación con diferentes grupos poblacionales. Schraw y Dennison (1994) desarrollaron el cuestionario de autoinforme MAI (*Metacognitive Awareness Inventory*) para evaluar la conciencia metacognitiva de sujetos adultos. Está compuesto por 52 items clasificados en 8 subescalas englobadas en dos grandes categorías, una es el conocimiento de la cognición, que se refiere a la comprensión que tienen las personas sobre sus procesos de aprendizaje y pensamiento, esto incluye el conocimiento procedimental, declarativo y condicional. La otra categoría es regulación de la cognición, que incluye los subprocesos relacionados con facilitar el control del aprendizaje, lo que se puede describir como habilidades metacognitivas, dentro de las que se encuentran: la planeación, estrategias de gestión de la información, monitoreo, ajuste de estrategias y evaluación (Baker, 1989; Schraw & Dennison, 1994).

**MSLQ.** Otro instrumento de gran relevancia en el campo del aprendizaje autorregulado es el MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*), usado en gran cantidad de investigaciones para medir habilidades metacognitivas, entre otros elementos de autorregulación. El MSLQ (Pintrich et al., 1993) está compuesto por 15 escalas divididas en 2 secciones, una de motivación con 31 items, en la que encontramos, entre otras, la subescala de autoeficacia para el

aprendizaje y la otra sección de estrategias de aprendizaje con 50 ítems, subdivididos en 3 grandes escalas, las estrategias cognitivas, metacognitivas y la gestión de recursos. En la revisión de modelos de aprendizaje autorregulado realizada por Panadero (2017) se menciona basándose en diferentes estudios, cómo el MSLQ es el instrumento más utilizado para medir la autorregulación del aprendizaje y además para la medición de la autoeficacia de manera independiente.

**CP-SRLI.** Tras la investigación realizada por diferentes autores se puede establecer que hay habilidades y estrategias específicas que usan los estudiantes con altos niveles de metacognición y que se pueden reforzar si se tiene claridad acerca de ellas, sin embargo, se requieren instrumentos pertinentes con la población a evaluar para identificar la eficiencia de las estrategias. Vandeveldel, Van Keer y Rosseel (2013) desarrollaron un instrumento para medir el aprendizaje autorregulado en niños denominado CP-SRLI (*Children's Perceived use of Self-Regulated Learning Inventory*), que en español traduce 'Uso percibido por los niños del inventario de aprendizaje autorregulado'. Este cuestionario de autoinforme validado por medio de expertos, docentes y una aplicación a gran escala, está basado en el modelo teórico de Pintrich (2000) pero adaptado a la educación primaria obteniendo así nueve componentes de aprendizaje autorregulado que reflejan el carácter multifacético del modelo de Pintrich.

Los nueve componentes del instrumento CP-SRLI (Vandeveldel et al., 2013) son: 1. Orientación a la tarea, que corresponde al análisis y búsqueda de información referente a la tarea para tener una mejor comprensión de esta y sus objetivos. 2. Planeación, definida como la capacidad metacognitiva de los estudiantes de pensar de antemano lo que necesitan para actuar en función de su aprendizaje. 3. Motivación, relacionada con los aspectos de regulación internos y externos que llevan al estudiante a querer realizar la tarea y mantenerse. 4. Autoeficacia para el

aprendizaje autorregulado, midiendo la confianza que tienen los estudiantes sobre las estrategias que usan para lograr el éxito. 5. Monitoreo, que implica la evaluación continua de la tarea, desempeño y progreso. 6 y 7. Estrategias de aprendizaje y de motivación, estas dos referidas a la selección y uso de diferentes tipos de estrategias cognitivas, metacognitivas y motivacionales. 8. Persistencia, refiriéndose a la tendencia a mantener el esfuerzo en un contexto de aprendizaje desafiante 9. Autoevaluación, etapa final en la que los estudiantes evalúan sus resultados, el proceso de aprendizaje y las estrategias usadas, lo que puede influir en su comportamiento a futuro.

### **Autoeficacia**

La autoeficacia es una noción desarrollada por Albert Bandura (1997) en su Teoría Social Cognitiva y definida como las creencias que una persona tiene sobre sus propias capacidades para lograr un objetivo en situaciones específicas. Se puede decir que la autoeficacia es uno de los factores motivacionales más estudiados en la educación, esto, por su relación estrecha con el rendimiento académico, siendo un fuerte predictor del desempeño (Busot, 1997; López-Vargas et al., 2020). En este sentido, Los estudiantes que confían en sus capacidades gestionan su aprendizaje mejor y son más persistentes en el logro de sus metas (Bandura, 1997). Estudios relacionan el efecto positivo del uso de estrategias metacognitivas sobre los criterios de autoeficacia de los estudiantes (Valencia-Vallejo et al., 2019).

Ahora bien, la autoeficacia percibida hace referencia a los juicios que hace una persona sobre sus capacidades para cumplir con un objetivo y con base en estos ejecutar sus actos, los que van a ser determinantes de una u otra manera en su desempeño (Bandura, 1997). Sin embargo, esta autoeficacia percibida hace referencia a situaciones específicas, en este sentido, una persona puede tener altos niveles de autoeficacia con respecto a un conjunto de situaciones y

de igual manera, niveles bajos con respecto a circunstancias o situaciones diferentes, por lo que se entiende que es una característica que depende en gran parte del contexto (Busot, 1997). Al no existir criterios únicos de autoeficacia con respecto a cualquier situación es necesario comprender los procesos fundamentales sobre los que influye en el comportamiento de las personas e identificar diferentes formas de activarla y evaluarla para determinar su influencia en los factores académicos de los estudiantes.

Los conceptos de autoeficacia no son solo estimaciones o juicios inertes, las creencias sobre las propias capacidades influyen en los sujetos para modelar su conducta de forma conjunta sobre procesos cognitivos, de autorregulación de la motivación, sus reacciones emocionales y procesos de selección o toma de decisiones (Valencia-Vallejo, 2017). Estas creencias de autoeficacia pueden ser activadas o provenir de cuatro fuentes según Bandura (1995): las experiencias exitosas, en cuanto a la interpretación que alguien hace de eventos pasados; las experiencias vicarias, donde un par de características similares obtiene éxito en la realización de una tarea; la persuasión verbal, en la que agentes externos impulsan la confianza de los aprendices; y por último, los estados anímicos y fisiológicos que dependiendo de su interpretación influyen sobre la percepción de autoeficacia (Bandura, 1995; Valencia-Vallejo, 2017).

En cuanto a la evaluación, el instrumento CP-SRLI aborda diferentes factores del aprendizaje autorregulado en niños, dentro de los que incluye una subescala que evalúa la “autoeficacia para el aprendizaje autorregulado”, esta se enfoca específicamente en la confianza que tienen los estudiantes acerca de sus estrategias y capacidades para el aprendizaje autorregulado (Vandeveldt et al., 2013). Por otro lado, la subescala de autoeficacia para el aprendizaje del MSLQ, evalúa la expectativa de éxito y la autoeficacia vista como una

autoevaluación sobre la capacidad de desarrollar la tarea y la confianza en sus habilidades para desarrollarla (Duncan & McKeachie, 2005). Cada instrumento apunta a unos elementos específicos, por eso es importante reconocer en el contexto que es lo que se desea analizar para definir cuál usar o si se requiere más de uno.

### ***Autoeficacia Online***

La autoeficacia del aprendizaje en línea es la percepción que tiene un individuo de sus habilidades para completar con éxito tareas específicas requeridas cuando interactúan con ambientes de aprendizaje mediados por las TIC (W. A. Zimmerman & Kulikowich, 2016). Esta definición se basa en la definición de autoeficacia de Bandura pero adaptada al contexto creciente del aprendizaje a través de medios electrónicos y el crecimiento del interés hacia el aprendizaje autorregulado en estos entornos (Artino & McCoach, 2008), donde no se cuenta con la presencialidad del docente para apoyar los procesos académicos, comportamentales y de autorregulación.

Aunque los entornos de aprendizaje en línea han mostrado buenos efectos en numerosas investigaciones sus resultados son cuestionables en aquellos estudiantes que poseen baja autorregulación, ya que en estos entornos deben ejercer un alto grado de esta competencia para alcanzar las metas propuestas (Dabbagh & Kitsantas, 2004). Los estudiantes autorregulados suelen ser participantes activos de su proceso de aprendizaje, controlando su experiencia de muchas formas lo que los dirige a tener creencias motivacionales altas sobre sus capacidades (Artino & McCoach, 2008; B. J. Zimmerman, 2008). En este sentido un estudiante que logra aprovechar las bondades del aprendizaje en línea tendrá buenos criterios acerca de su desempeño en estos ambientes.



En el caso específico del aprendizaje a través de recursos computacionales, también se han desarrollado instrumentos con el propósito de obtener medidas cuantitativas fiables sobre la autoeficacia en el contexto del aprendizaje en línea. Un ejemplo puntual es el *Online Learning Value and Self-Efficacy Scale* (OLVSES), que traduce ‘Escala de Valor y Autoeficacia del Aprendizaje en Línea’, este instrumento (Artino & McCoach, 2008), cuenta con dos categorías principales que reflejan dos valiosos constructos motivacionales, el “valor de la tarea” y la “autoeficacia”, desde la perspectiva del aprendizaje con entrenamiento en línea y al propio ritmo del estudiante. Este instrumento surge de la importancia que ha tomado el aprendizaje en línea con la masificación del internet y dado esto, la necesidad de determinar las capacidades que deben tener los estudiantes para aprovechar estos cursos.

### **Andamiajes**

En la actualidad es amplia la investigación acerca del diseño, uso e implementación de los andamiajes como una ayuda didáctica muy versátil para favorecer los procesos de aprendizaje en la educación, sin embargo, la definición inicial del concepto de andamiaje surgió de los planteamientos de Wood, Brunner y Ross (1976) no como un conjunto de ayudas y estrategias para favorecer el aprendizaje sino enfocado en el rol de la tutoría que ejercían los padres o profesores cuando ayudaban a los estudiantes a solucionar problemas o tareas de aprendizaje que estaban más allá de sus capacidades, en este sentido, el andamiaje fue definido metafóricamente como la guía o apoyo que se proporciona a los novatos por parte de un experto y que se va removiendo a medida que adquieren las habilidades o destrezas que se estuvieran buscando.

Esto estaba muy relacionado, aunque no de forma explícita en ese momento, con el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definido por Vygotsky (1978) como la distancia

entre un nivel de desarrollo en el que los estudiantes resuelven problemas de forma independiente y otro en el que necesitan ayuda de un tutor o adulto. Una concepción moderna de esto, hace referencia a niveles de desarrollo reales y potenciales, el nivel real indica lo que un sujeto puede alcanzar sin ningún tipo de ayuda, mientras que el nivel de desarrollo potencial es el que puede alcanzar en términos de habilidades y conocimientos contando con apoyo externo (López, 2015). En este caso, el andamiaje sería ese conjunto de ayudas provistas de manera externa que permitan a los estudiantes alcanzar un nivel de desarrollo potencial.

Ahora bien, los andamiajes de manera común son establecidos por agentes naturales en la interacción social con los aprendices, de forma intencionada y con el propósito de fortalecer el proceso de aprendizaje, lo que resulta ser muy eficaz como ayuda didáctica para favorecer la capacidad de autorregulación de los sujetos (López, 2015). Estas bondades hicieron que los investigadores encontraran en el concepto de andamiaje, las características necesarias para apoyar el aprendizaje mediado por computadores, ya que este requiere de altos niveles de autorregulación por parte de los aprendices (Azevedo, 2005; Hederich & López, 2010). Estos andamiajes, dispuestos en entornos virtuales de aprendizaje se clasifican dentro de la categoría de andamiajes computacionales.

### ***Andamiajes Computacionales***

Los andamiajes basados en computador, se presentan como una alternativa pedagógica y didáctica para apoyar la interacción de los estudiantes con ambientes computacionales y mejorar su aprendizaje en el proceso (López, 2015). Existen diferentes tipos de andamiajes computacionales propuestos en la literatura dentro de los que se destacan en diferentes clasificaciones el conceptual, metacognitivo, procesal y estratégico. En la Tabla 1 traducida y adaptada de Hill y Hannafin (2001) se especifica la función de los 4 y algunos ejemplos, pero en

términos generales, los andamiajes conceptuales son los que ayudan a priorizar información y simplificar conceptos complejos a partir de diferentes estrategias. Los metacognitivos por otra parte, ofrecen un apoyo para gestionar de manera adecuada el aprendizaje, por medio de recordatorios, sugerencias o estrategias más complejas que permiten planear, monitorear y evaluar el proceso de aprendizaje para ejercer control sobre él (Hill & Hannafin, 2001).

**Tabla 1.** Tipos de andamiajes computacionales

Herramientas	Funciones	Ejemplos
<b>Conceptual</b>	Mecanismo diseñado para ayudar a definir cosas a considerar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear un esquema de un documento antes de comenzar a escribir o examinar un mapa de una ubicación para determinar las mejores formas de llegar a su destino (ya sea en un documento o en un lugar físico).</li> </ul>
<b>Metacognitivo</b>	Ayudar a establecer lo que se sabe y cómo pensar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar a los estudiantes "recordatorios de reflexión estructurada", que pueden presentarse en forma de entradas diarias en un diario.</li> <li>• Facilitar la indagación guiada para que los estudiantes sean asistidos de manera que tenga más sentido para ellos.</li> </ul>
<b>Procedimental</b>	Ayudar con el uso de un recurso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar y fomentar el uso de funciones de ayuda en herramientas de productividad para ayudar al estudiante con la solución de problemas y la resolución de dificultades.</li> <li>• Crear mapas del sitio web para que el estudiante pueda tener una idea del alcance del sitio, así como indicadores de cómo están vinculados entre sí los elementos variados del sitio.</li> </ul>
<b>Estratégico</b>	Formas alternativas de hacer una tarea.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar la presencia de un consultor experto que demuestre cómo realizar una tarea para que los estudiantes puedan</li> </ul>

---

observar y hacer preguntas mientras aprenden una nueva técnica.

- Crear "bancos de preguntas" donde los estudiantes pueden plantear preguntas para que otros proporcionen respuestas, permitiendo así obtener múltiples perspectivas sobre un problema.
- 

*Nota.* Traducida y adaptada de la versión original de Hill y Hannafin (2001).

Otro tipo de andamiaje computacional es el procesal o procedimental, este ofrece ayudas a los estudiantes que les permiten gestionar mejor el uso de los recursos con los que cuentan para desarrollar una tarea, este tipo de andamio aclara los requisitos del trabajo y reduce la carga cognitiva permitiéndoles concentrarse en la tarea (Hill & Hannafin, 2001), por ejemplo, los andamios procedimentales suelen ayudar a navegar en un sistema brindando ayudas y consejos continuos sobre las funciones y características del mismo (Cagiltay, 2006). El último es el andamiaje estratégico, el cual proporciona enfoques alternativos a las personas que interactúan con él, de cómo podría resolver una tarea, guiándolos para analizarla y abordarla desde diferentes enfoques, los cuales pueden provenir de expertos, bibliotecas de referencia, herramientas de búsqueda, entre otros elementos que alerten a los estudiantes de las herramientas que podrían ser útiles en determinadas circunstancias (Cagiltay, 2006; Hill & Hannafin, 2001).

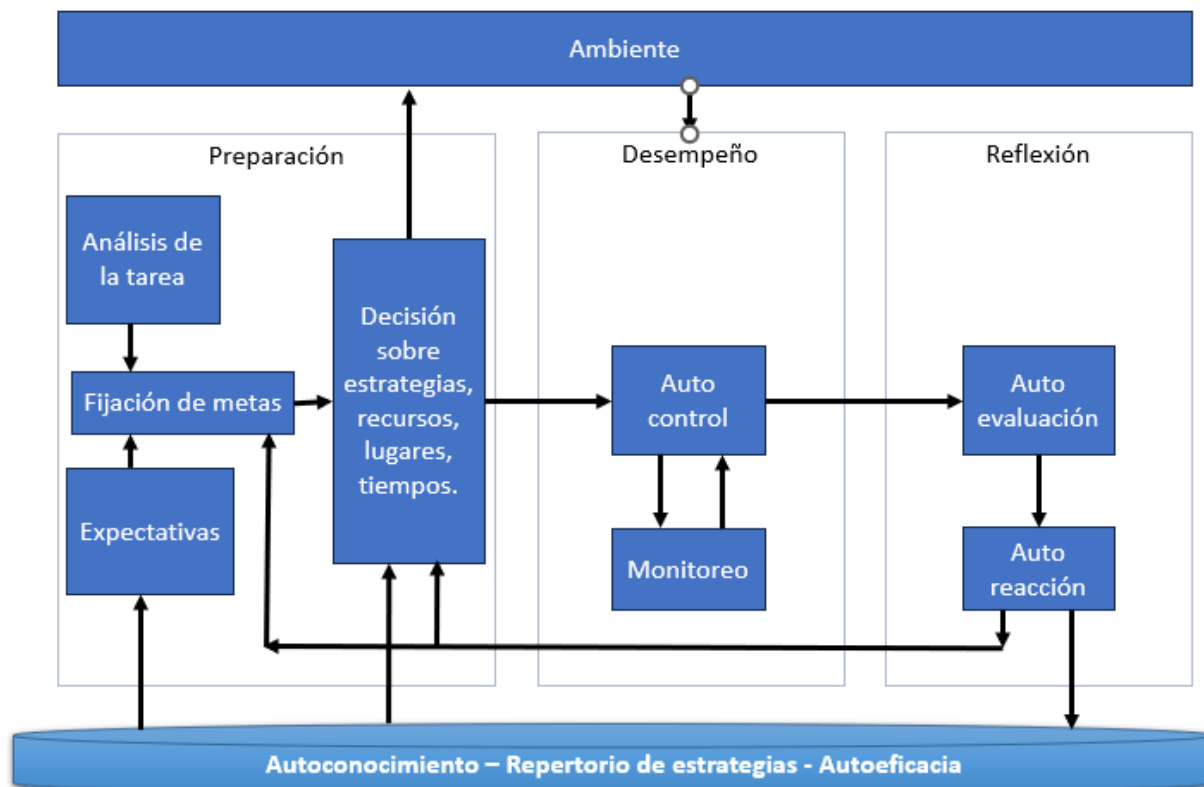
### ***Andamiajes Metacognitivos***

Profundizando sobre el andamiaje de tipo metacognitivo, el cual se aborda como objeto de estudio en esta investigación, Hill y Hannafin (2001) mencionan que los estudiantes carecen de la suficiente habilidad para el monitoreo de la comprensión y conciencia metacognitiva que les permitan tomar decisiones efectivas, por este motivo los apoyos metacognitivos ayudan a los estudiantes en ese proceso de preparación para el aprendizaje, monitoreo y reflexión para la toma

de decisiones. Para esto, investigadores resaltan la eficiencia del entrenamiento con activadores metacognitivos, los cuales invitan a la formulación de autopreguntas que favorecen el desarrollo de habilidades metacognitivas en función del aprendizaje autorregulado (Kramarski & Gutman, 2006).

Dentro del trabajo de Hederich (2015) se propone la creación de andamiajes metacognitivos que estén sustentados en modelos pedagógicos mejor adaptados, destacando los modelos de autorregulación y brindando una adaptación propia de diferentes modelos donde se destaca el modelo cíclico (B. J. Zimmerman & Moylan, 2009). Aunque esta adaptación está basada en una versión anterior del modelo cíclico y con aportes de otros (Figura 4), se relacionan las tres fases de planificación, ejecución y reflexión, en donde se proponen módulos para cada fase. En este sentido, en una primera fase se establecen metas y toma de decisiones, en una segunda los activadores metacognitivos guían el proceso de monitoreo que se puede repetir cuantas veces se considere y en la fase final se reflexiona sobre las decisiones tomadas, lo que sirve de insumo para el siguiente ciclo.

**Figura 4.** Modelo de autorregulación adaptado por Hederich



*Nota.* Modelo de Hederich (2015) a partir de los modelos de Zimmerman y Schunk.

El andamiaje metacognitivo inmerso en los ambientes computacionales aborda los procesos de gestión del aprendizaje subyacentes y los hace explícitos para que los estudiantes tengan acceso a ellos y se entrenen, invitándolos a pensar en la tarea, fomentando la articulación de procesos reflexivos, señalando debilidades, haciendo preguntas y dirigiéndolos a formas específicas de pensamiento (Cagiltay, 2006; Hannafin et al., 1999). En los estudios de Azevedo (2005) se puede evidenciar como los estudiantes más exitosos utilizan estrategias de monitoreo metacognitivo y procesos regulatorios clave relacionados con la planificación, como la activación de conocimientos previos y la creación de submetas. Sin embargo, sus estudios

también señalan que diferentes condiciones de andamiaje tienen efectos distintos en la capacidad de autorregulación de los estudiantes.

### ***Andamiajes Fijos, Desvanecidos y Adaptativos***

Es común cuando se implementan andamiajes en ambientes computacionales de aprendizaje, incluir varios tipos distintos y en diferentes condiciones, con el fin de facilitar la comprensión de elementos difíciles del ambiente o de la temática que se aborda (Hederich & López, 2010; López, 2015), también se hace a menudo con el fin de comparar diferentes modalidades de intervención. Al respecto, existen distinciones que clasifican los andamiajes entre fijos y adaptativos (Azevedo, 2005; Azevedo & Cromley, 2004) y otras que hacen referencia a andamiajes fijos y desvanecidos (Renkl & Atkinson, 2003). López (2015) menciona que no hay un consenso en este campo ya que algunos investigadores sugieren que a medida que se interiorizan los conocimientos se deben ir retirando los apoyos suministrados por parte del agente externo, mientras que otros señalan que cuando se retiran los andamiajes por completo los estudiantes presentan dificultades para alcanzar las metas deseadas.

En el andamiaje fijo, se le proporciona a los estudiantes una serie de ayudas y recomendaciones que están presentes durante el desarrollo de la tarea, pero sin el apoyo personalizado de un experto (Azevedo & Cromley, 2004; López, 2015). Investigaciones respaldan el uso de andamiajes fijos argumentando sobre evidencia empírica que estos favorecen el desempeño de los estudiantes y diferentes habilidades cognitivas y metacognitivas, sin embargo, también hay estudios que señalan que los estudiantes que interactúan con andamiajes fijos tienden a realizar actividades de monitoreo para la regulación de su aprendizaje pero muchas veces enfocadas en el entorno computacional más que sobre su propia cognición,

encontrando mejores efectos de otros tipos de andamiaje como el adaptativo (Azevedo, 2005), o de tipo desvanecido (Renkl & Atkinson, 2003).

Azevedo (2005) menciona los andamiajes adaptativos haciendo referencia al apoyo de un experto humano que actúa como un agente regulador externo cuando los estudiantes aprenden contenidos en entornos computacionales, este tutor experto ofrece ayudas y retroalimentación en cuanto a contenidos y habilidades metacognitivas, sin embargo, los resultados señalan que aunque favorecen habilidades de alto nivel, generan una dependencia excesiva del tutor. Al respecto, también se puede hablar de adaptatividad directamente en el entorno de aprendizaje, donde el entorno está diseñado para adaptarse automáticamente a las características y condiciones de avance del alumno (Jackson et al., 1998), pero desarrollar ambientes totalmente adaptables a las características individuales de los alumnos es un trabajo complejo y difícil de implementar, más si se incluye la necesidad de retirar las ayudas cuando el estudiante ya no las requiera (Cagiltay, 2006).

El andamiaje desvanecido es aquel en el que a medida que el estudiante logra los objetivos de aprendizaje se van disminuyendo las ayudas de forma gradual, es decir, se va desvaneciendo el efecto del andamiaje, a estos también se les conoce como andamiajes dinámicos (López, 2015). El proceso de desvanecimiento es fundamental para algunos investigadores, sin embargo, Cagiltay (2006) resalta que determinar cuándo es el momento preciso para definir que ya no se requieren las ayudas es un proceso desafiante para un docente o para un desarrollador de ambientes de aprendizaje, por lo que plantea realizar el desvanecimiento por parte del usuario y no del sistema, de esta manera se entrega a los estudiantes la responsabilidad de su proceso de aprendizaje tras desarrollar ciertas habilidades de autorregulación con las ayudas suministradas por el andamiaje (Fretz et al., 2002).



Estudios también señalan que los andamiajes de tipo desvanecido no favorecen todos los aspectos relacionados con el desempeño de los estudiantes (López, 2015), sino que tienen efecto sobre algunas habilidades específicas más que sobre otras, como ejemplo se encuentra la investigación realizada por McNeill y colegas (2006) en la que encontraron efectos significativos del andamiaje desvanecido con respecto al fijo, en la habilidad de construcción de explicaciones científicas en ciencias, pero no encontraron diferencias entre los niveles de comprensión de las estudiantes en la misma área con respecto a los que utilizaron el andamiaje fijo.

### **Estilo Cognitivo en la Dimensión DIC**

El estilo cognitivo es entendido como un modo particular de la cognición en los sujetos para procesar la información, evidenciado en la realización de tareas específicas que permiten identificar características distintivas entre las personas (Hederich, 2004; Rincón & Hederich, 2012). El modelo de estilo cognitivo en la Dimensión DIC (Dependencia e Independencia de Campo) fue desarrollado por Witkin, Moore, Goodenough y Cox (1977) hace ya varias décadas en torno a la investigación creciente sobre problemas educativos y con base en los planteamientos de Witkin (1950) siendo uno de los más estudiados y tenidos en cuenta en la investigación empírica que aborda las diferencias individuales de los sujetos.

Esta noción lleva implícitas diferentes características relacionadas con el concepto de estilo, donde hay elementos diferenciadores entre las personas que son relativamente estables en los sujetos y que de una u otra manera integran diferentes dimensiones de cada uno, sin la posibilidad de valorarse de forma absoluta un estilo por encima de otro (Hederich, 2004). En particular, el estilo cognitivo consiste en la tendencia a fragmentar y asignarle una estructura a la información muy propia, como resultado de la interacción de factores biológicos en diferentes

dimensiones y ambientales (físicos, sociales y culturales), que repercuten en el desarrollo y la adaptación de cada individuo a la realización de una tarea (Hederich & Camargo, 2000).

Bajo en modelo de estilo cognitivo en la dimensión DIC, los estudiantes independientes de campo (IC) tienden a asignarle una estructura propia a la información y enfocar su atención en algunos elementos específicos asimilándolos de forma independiente, en contraposición, los dependientes de campo (DC) también llamados sensibles al medio, no desprenden la información del contexto en el que se les presenta por lo que pueden presentar dificultades para abstraer y descontextualizar y en todo caso, como las medidas no son absolutas, existen rasgos de estilo intermedios, lo que se evidencia cuando se evalúa o mide el estilo cognitivo (Hederich & Camargo, 2000). Estas diferencias individuales también se reflejan en la forma como el sujeto tiende a dar sus respuestas, lo que afecta también el logro de aprendizaje (Rincón & Hederich, 2012).

Hederich (2015) relaciona que en diferentes estudios y metaanálisis donde se ha comparado la eficiencia del aprendizaje en línea con el aprendizaje presencial, se ha logrado identificar cómo la educación virtual tiene una dispersión mayor en los resultados, con unos máximos y mínimos muy marcados en contraposición con la educación presencial, lo que el autor atribuye a diferentes factores dentro de los cuales destaca el estilo cognitivo de los estudiantes, pues los ambientes virtuales son muy homogéneos y no permiten que se aprovechen de la misma manera por todos los estudiantes, lo que repercute en baja calidad de la educación en línea y deserción. En este sentido la educación virtual favorece a los IC sobre sus compañeros con diferente estilo cognitivo.

Es previsible que un ambiente computacional de aprendizaje, dadas sus características flexibles y oportunidades en torno a la hipermedia, puede parecer más complejo para un

estudiante con estilo cognitivo DC que para uno IC. Las diferencias entre los estudiantes influyen en todo el proceso de aprendizaje sin dejar por fuera la forma en la que se desenvuelven en los ambientes computacionales para acceder al conocimiento (Hederich-Martínez et al., 2016). En este sentido, los ambientes de aprendizaje deben contar con una serie de ayudas que atiendan a las diferencias individuales y permitan a los estudiantes aprovecharlo en igualdad de condiciones, en efecto, las ayudas deben propender por desarrollar las habilidades necesarias para que esto sea posible, por lo que es necesario establecer un tipo de ayudas específico y acorde a las necesidades.

## Capítulo 4. Metodología

Se refieren en el capítulo los aspectos metodológicos de la investigación con el fin de proporcionar una comprensión clara de la forma como fue realizada, además, de especificar los elementos que otorgan validez interna al estudio. Inicialmente, se relaciona la información correspondiente a la población con la que se llevó a cabo la experimentación, secuencialmente, se describen el diseño de la investigación, los métodos de análisis de datos y los instrumentos utilizados para recolectar la información con sus respectivos niveles de consistencia interna. Por último, se describe de forma detallada el ambiente de aprendizaje diseñado en sus diferentes modalidades, además, del procedimiento llevado a cabo.

### **Población y Muestra**

La población seleccionada para esta investigación fue conformada por estudiantes del grado quinto de primaria jornada mañana de la institución educativa distrital Colegio Arborizadora Baja, ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad Ciudad Bolívar. Se contó con la participación de 107 estudiantes (47 niñas y 60 niños), con edades comprendidas entre los 9 y 12 años ( $M=10,65$ ,  $SD=0,073$ ), los cuales estaban divididos en tres grupos ya establecidos por la institución educativa: 501 que contaba con 36 estudiantes, 502 con 36 estudiantes y 503 con 35 estudiantes. De la población total que interactuó con el ambiente de aprendizaje se depuraron los resultados de 4 individuos, 2 de ellos llegaron de forma extemporánea a la institución y no realizaron todo el proceso en el mismo tiempo que los demás y 2 se retiraron antes de finalizar el proceso, por lo que la muestra se redujo a 103 individuos.

## **Diseño**

El estudio se realizó siguiendo los parámetros de un diseño cuasiexperimental con múltiples grupos de tratamiento, en el cual se aplicaron pruebas pre-test y post-test (Campbell & Stanley, 1963). La variable independiente fue el ambiente de aprendizaje con tres modalidades definidas por el “tipo de andamiaje” (con andamiaje, andamiaje desvanecido, sin andamiaje). Las variables dependientes fueron las pruebas post-test de: logro de aprendizaje, autoeficacia, autoeficacia online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación. Los resultados de las pruebas pre-test para medir las variables dependientes fueron las covariables. Además, se tuvo en cuenta como variable asociada el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión DIC con tres estados: independientes de campo (IC), intermedios y dependientes de campo (DC). Teniendo en cuenta las variables seleccionadas se realizó un análisis multivariado de covarianza, MANCOVA factorial 3x3. Todos los procedimientos estadísticos fueron ejecutados usando el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 25, de la compañía IBM.

## **Instrumentos**

Se describen en esta sección los instrumentos utilizados para realizar una apropiada recolección de datos en cuanto a cada una de las variables tenidas en cuenta para el estudio. Se especifican generalidades de estos y algunas indicaciones pertinentes para comprender mejor los procesos de adaptación donde fue necesaria e implementación.

### ***Logro de Aprendizaje***

El logro de aprendizaje fue determinado con el promedio de cuatro evaluaciones de conocimientos relacionadas con los contenidos de cada una de las cuatro primeras unidades de

aprendizaje. No se pudo tener en cuenta la evaluación de la quinta unidad por la realización de otras actividades pedagógicas desarrolladas en la institución que no permitieron contar con la totalidad del grupo en la semana prevista para la intervención, sin embargo, el instrumento definido por el promedio de las cuatro primeras evaluaciones de conocimientos presentó una confiabilidad excelente con un  $\alpha$  de Cronbach = 0,900.

Dichas evaluaciones se presentaban finalizando la unidad por medio de un formulario de Google embebido en el ambiente de aprendizaje y constituido por 10 preguntas de selección múltiple con 4 opciones de respuesta y 1 sola opción correcta, siendo 0 la calificación más baja y 50 la más alta. El logro de aprendizaje previo, usado como covariable, se determinó con el promedio de las pruebas de conocimientos aplicadas durante el anterior bimestre académico en la materia tecnología e informática. Los estudiantes ya se encontraban familiarizados con la presentación de pruebas con preguntas de selección múltiple a través de la herramienta de formularios de Google, por lo que no constituyó una novedad que requiriera de un entrenamiento previo, lo mismo ocurrió con las adaptaciones de los cuestionarios de autoinforme.

### ***Prueba CEFT de Estilo Cognitivo***

Para determinar el estilo cognitivo de los estudiantes se utilizó la prueba CEFT (*Children Embedded Figures Test*) desarrollada por Karp y Konstadt (1963) la cual es una versión adaptada para niños menores de 9 años del test EFT (*Embedded Figures Test*) de Witkin (1950). La prueba CEFT consiste en hallar una figura simple enmascarada en cada una de las 25 figuras complejas que representan objetos familiares o reconocibles por los niños, esto, mide la capacidad de reestructuración perceptual, asignando 1 punto por cada acierto para un máximo de 25 puntos, dentro de los cuales están los rangos que determinan el estilo cognitivo, siendo 1 muy dependiente de campo y 25 totalmente independiente de campo (Rincón & Hederich, 2012).

El CEFT consta de modelos recortados de dos formas simples, una tienda (similar a un tipi o tienda indígena) y una casa, que se ocultan dentro de figuras complejas. Cada una de estas formas se utiliza en una serie de la prueba, la primera serie, compuesta por un conjunto de 11 figuras complejas que ocultan o enmascaran la misma forma simple “tienda” y la segunda serie, compuesta por 14 figuras complejas que ocultan la misma forma simple “casa”. Estas figuras han sido impresas y plastificadas de manera que se puedan manipular durante un período prolongado de tiempo. Además de las series, se proporcionan 8 láminas iniciales de familiarización (4 para la serie “tienda” y 4 para la serie “casa”), para facilitar la manipulación inicial y 3 láminas de práctica con figuras complejas que no otorgan puntos, usadas para verificar si el niño o niña han entendido bien las instrucciones y la dinámica de la prueba.

Los niveles de confiabilidad interna del instrumento CEFT para el grupo de edad en el que fue implementado (desde los 9 hasta los 11 años) se encuentran entre 0,70 y 0,85 (Karp & Konstadt, 1963) según la literatura, lo cual no se pudo contrastar con un análisis de confiabilidad propio debido a que la prueba no está constituida por medio de ítems o preguntas con los que se pueda aplicar el procedimiento estadístico de confiabilidad implementado con los otros instrumentos que se utilizaron en la investigación.

### ***Subescalas del CP-SRLI***

Para medir las habilidades metacognitivas de los estudiantes se utilizaron 3 subescalas del cuestionario de autoinforme CP-SRLI (Vandeveldt et al., 2013). ‘Planeación’ que contaba con 4 ítems y una consistencia interna regular, con un  $\alpha$  de Cronbach = 0,568; ‘Monitoreo’ con 7 ítems y una consistencia interna buena, con un  $\alpha$  de Cronbach = 0,735 y ‘Autoevaluación’ con 7 ítems y un  $\alpha$  de Cronbach = 0,730, lo que indicó una consistencia interna buena. Esta es una herramienta para medir el aprendizaje autorregulado que relaciona aspectos cognitivos,

metacognitivos y motivacionales, la cual fue diseñada y validada para niños teniendo en cuenta que otras herramientas existentes parecían ser muy complejas para los estudiantes más jóvenes. El cuestionario se respondió por medio de una escala Likert de 5 puntos donde 1 es “nunca lo hago” y 5 es “casi siempre lo hago”. Para su aplicación fue adaptado a un formulario de Google y traducido por el investigador con asesoría de un especialista en traducción y revisión de pares docentes de primaria que identificaron la pertinencia de las traducciones y palabras precisas para los niños.

### ***Subescala de Autoeficacia del MSLQ***

Para medir la autoeficacia académica se utilizó la subescala de ‘autoeficacia para el aprendizaje y el desempeño’ del cuestionario de autoinforme MSLQ (Pintrich et al., 1991), que posee altos índices de confiabilidad en la aplicación con estudiantes colombianos según la literatura (Hederich-Martínez et al., 2016; López-Vargas et al., 2020; López et al., 2018; Valencia-Vallejo et al., 2019). Este instrumento dispone de 8 preguntas de autoeficacia las cuales se responden con una escala tipo Likert de 7 puntos donde 1 es ‘para nada cierto en mí’ y 7 es ‘muy cierto en mí’. Para su aplicación fue adaptado a un formulario de Google y traducido por el investigador con asesoría de un especialista en traducción y revisión de cada uno de los ítems por parte de pares docentes de primaria que identificaron la pertinencia de las traducciones y palabras precisas para los niños. La adaptación de la prueba mostró una consistencia interna buena con un  $\alpha$  de Cronbach = 0,840.

### ***Subescala de Autoeficacia Online del OLVSES***

Además de la autoeficacia académica y teniendo en cuenta el contexto de aprendizaje propuesto, se aplicó de forma complementaria la subescala de autoeficacia para el aprendizaje



online del OLVSES (Artino & McCoach, 2008). Esta subescala del cuestionario de autoinforme evalúa la confianza que tienen los estudiantes al interactuar con tecnologías digitales para el aprendizaje (López-Vargas et al., 2020). Para su implementación se realizó una adaptación en un formulario de Google con las 7 preguntas de la subescala traducidas al español y verificadas al igual que con los otros instrumentos, con ayuda de pares docentes y un especialista en traducción. Dentro de los ítems de la subescala, el número 4 tenía codificación inversa, por lo que se dispuso de la misma manera en la adaptación, pero al momento de analizar los resultados se invirtieron los valores de la escala Likert de 7 puntos solo para ese ítem. La adaptación de la prueba mostró una consistencia interna aceptable con un  $\alpha$  de Cronbach = 0,632.

### **Ambiente de Aprendizaje**

En el marco del presente trabajo de investigación se desarrolló un ambiente de aprendizaje computacional en línea, por medio del cual se enseñaron contenidos relacionados con la asignatura Tecnología e Informática para el segundo periodo académico del grado quinto de primaria de una institución educativa. El curso denominado ‘Programación para niños y niñas de quinto’, se encontraba subdividido en cinco unidades de aprendizaje compartidas a los estudiantes a través de un aula virtual de la plataforma Classroom y elaboradas de manera independiente en la plataforma web Genially, la cual permite desarrollar, entre otras cosas, contenido interactivo en formato de micrositio, lo que brinda la posibilidad de romper la linealidad y establecer botones, menús, enlaces, contenido embebido desarrollado en otras plataformas y más, esto, sin necesidad de utilizar programación directamente en la herramienta.

Los contenidos abordados estaban enfocados en el aprendizaje de conceptos y elementos básicos de programación a través del uso de una microcomputadora llamada “micro:bit”, desarrollada por la *British Broadcasting Corporation* – BBC de Inglaterra. Cabe aclarar que

existe un curso de programación diseñado por el *British Council* en alianza con el ministerio de las TIC denominado “Programación para niños y niñas”, el cual cuenta con unas fichas metodológicas impresas que tienen el propósito de enseñar a través de la misma herramienta, solución de problemas y pensamiento computacional, sin embargo, el curso desarrollado para esta investigación no aborda el material ni el contenido creado por el British Council. Todos los elementos del ambiente y recursos multimedia fueron creados por el investigador y docente, en función de los estudiantes de grado quinto. En la sección de Anexos, ubicada al final de este documento, se encuentran los enlaces a cada una de las unidades desarrolladas en sus diferentes modalidades.

En cada unidad de aprendizaje se enseñaban conceptos de programación a través de las funciones específicas de los conjunto de herramientas de la plataforma en línea MakeCode, la cual fue desarrollada por la empresa Microsoft y en ella se elaboran los programas para la micro:bit. De acuerdo con el conjunto de herramientas a enseñar en la unidad, se definía el nombre de esta, los temas abordados y la paleta de colores para el diseño de menús, botones, banners, cuestionarios y evaluaciones (Tabla 2), teniendo de esta manera, un entorno armónico y llamativo que vinculaba los elementos del Classroom, el Genially y la plataforma Makecode.

**Tabla 2.** Distribución de color y contenidos en las unidades

<b>Unidad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Color</b>	<b>Contenidos</b>
<b>1</b>	Procesador y programa	Naranja	El procesador y su función. Programa. Función del programador. Lo básico sobre la micro:bit.

2	Entradas y salidas	Violeta	Partes de la micro:bit. Entradas de información. Salidas de información. Usar entradas y salidas en la micro:bit.
3	Bucles	Verde	Definición y ejemplos de bucles. Tipos de bucles for y while. Usar bucles de diferentes tipos en makecode.
4	Lógica	Azul	Definición de lógica en informática. Bloques condicionales. Operadores de comparación. Operadores lógicos o booleanos.
5	Variabes y variables internas	Vinotinto	Datos: numéricos, de texto y lógicos. Concepto de variable. Variables internas.

Para controlar el registro de los estudiantes y poder monitorear su avance a través de cada unidad se utilizó el correo institucional que manejan todos de manera independiente y con regularidad para la clase de tecnología e informática, entre otras clases. De esta forma, los estudiantes encontrarían en la herramienta de Google Classroom el curso de programación en el que se compartía semana tras semana cada una de las unidades de aprendizaje (Figura 5). Esto ahorró la necesidad de establecer nuevos usuarios y contraseñas para registrarse en nuevos sitios web o plataformas, además resultó conveniente usar elementos propios de su trabajo cotidiano para facilitar la interacción y evitar que se distrajeran en un proceso de adaptación nuevo que se encontraría fuera del marco de la investigación.

**Figura 5.** Aulas de programación para cada grupo

Dentro del aula virtual de cada curso los estudiantes hallaron inicialmente una sección llamada introducción (Unidad 0) en la que se encontraban las pruebas pre-test de cada uno de los instrumentos implementados para realizar la medición de las variables dependientes del estudio, después de esto y semana tras semana encontraban una nueva unidad de aprendizaje compartida, la cual estaba señalizada con un banner de encabezado que se distinguía con el color particular de la unidad, el número y el nombre de la misma, además, debajo de la unidad, se encontraba el enlace a una sección dispuesta para cargar una tarea de aprendizaje práctica correspondiente a la unidad (Figura 6). Cada curso interactuó con una versión del ambiente diferente, el grupo 501 fue el que interactuó con el ambiente que tenía el andamiaje metacognitivo fijo, el grupo 502 con el ambiente con andamiaje metacognitivo desvanecido y el grupo 503 interactuó con el ambiente sin andamiaje. El diseño de los módulos del andamiaje se encuentra inspirado en los modelos de autorregulación en especial el adaptado por Hederich (2015).

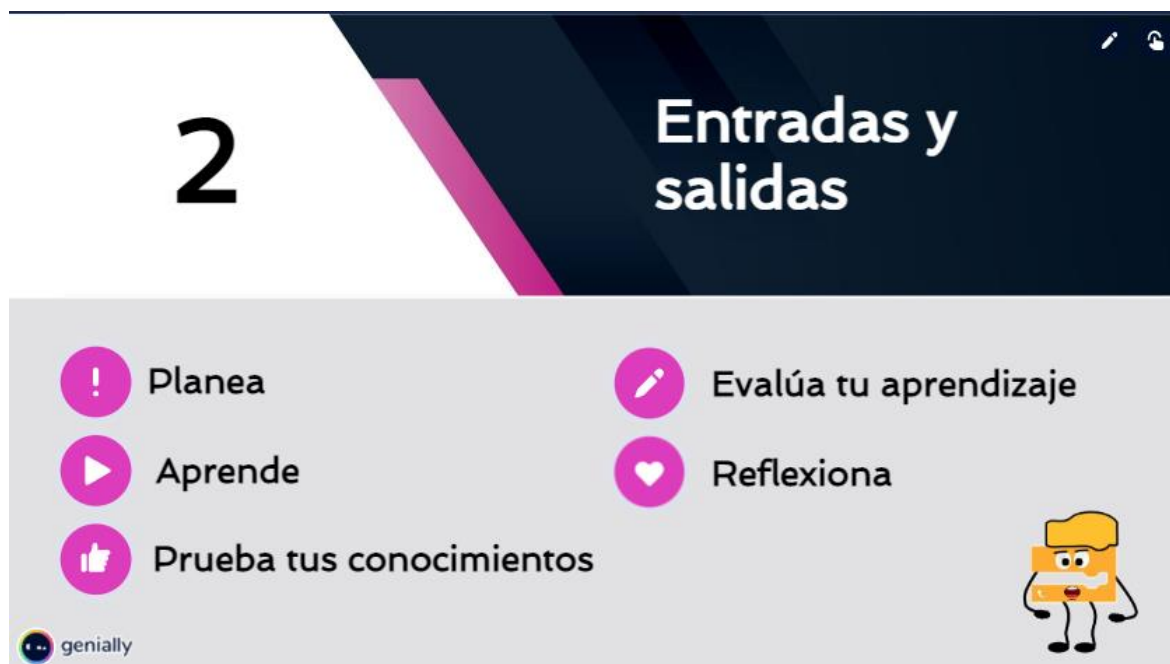
**Figura 6.** Presentación de las unidades en Classroom



### ***Ambiente con Andamiaje Metacognitivo Fijo***

La implementación del andamiaje metacognitivo fijo se realizó directamente en cada unidad de aprendizaje a través de tres módulos (planeación, monitoreo y autoevaluación) y un avatar animado que presentaba activadores metacognitivos y mensajes motivacionales a lo largo de las unidades. El estudiante tras haber iniciado sesión en su cuenta institucional y dirigirse a Classroom para ingresar en el curso, seleccionaba la unidad en la que iba a trabajar e inmediatamente esta se ejecutaba mostrando un menú inicial con 5 botones y el avatar al lado inferior derecho de la ventana. Cada botón dirigía al estudiante a una sección del ambiente (Figura 7): “Planea” (módulo de planeación), “Aprende” (actividades de aprendizaje y apoyo del avatar), “Prueba tus conocimientos” (módulo de monitoreo), “Evalúa tu aprendizaje” (evaluación final de la unidad), “Reflexiona” (módulo de autoevaluación).

**Figura 7.** Menú inicial con andamiaje metacognitivo fijo

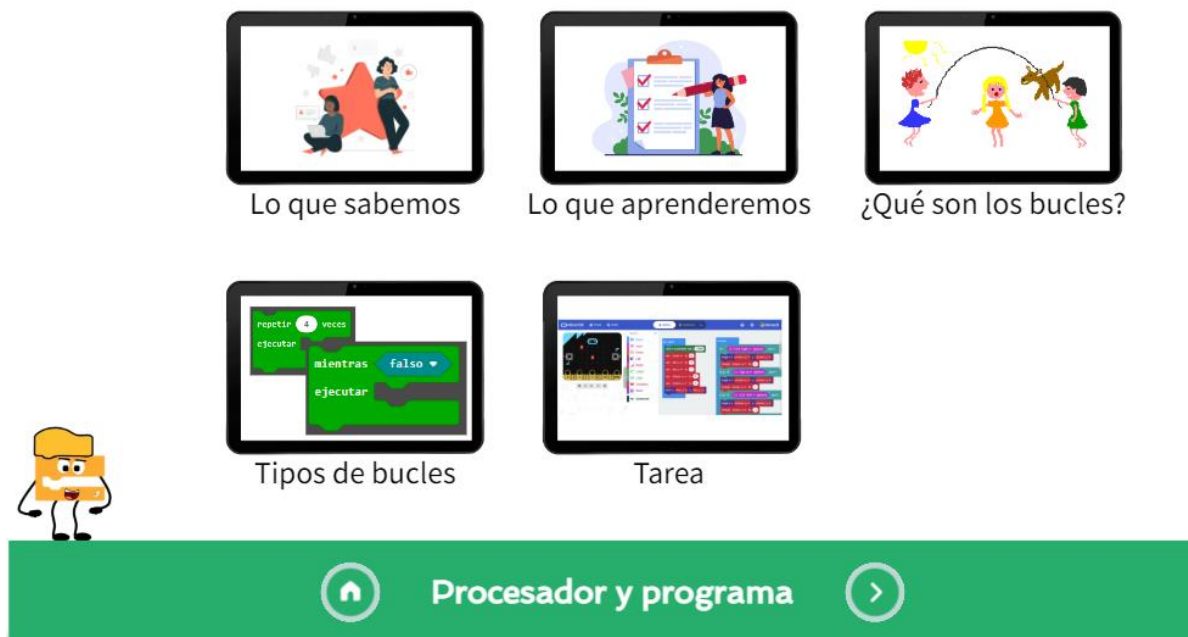


**Planea.** los estudiantes encontraron un formulario de Google embebido que podían responder directamente en el ambiente lo que reducía la cantidad de pestañas o ventanas emergentes y favorecía la concentración en el trabajo realizado. En este, los estudiantes respondían preguntas como, ¿qué tanto te vas a esforzar para aprender en esta unidad?, o, ¿cuánto tiempo vas a dedicar para desarrollar las actividades de esta unidad? Estas preguntas estaban orientadas a que el estudiante definiera desde su propio criterio su organización para el trabajo tanto en la clase como en su hogar si así él lo disponía. Además, el avatar también estaba presente en la sección, si el estudiante acercaba el puntero a él aparecería una sugerencia sobre la importancia de desarrollar su planeación correctamente.

**Aprende.** En esta sección había un menú (Figura 8) que dirigía al estudiante a los conocimientos previos, los conocimientos a adquirir durante la unidad y a cada tema, así como a una tarea de aprendizaje directamente. Además, en la parte inferior del ambiente se encontraban

diferentes controles, en este caso, uno para avanzar a la siguiente página e iniciar el curso en orden desde los conocimientos previos y uno en forma de casa que hacía referencia a regresar al menú inicial. Dentro de la sección de aprendizaje los estudiantes contaban con textos cortos, esquemas con elementos animados, vídeos elaborados en función de ellos, con un lenguaje acorde a su edad y fácil de entender, además, así como elementos interactivos desarrollados en otras plataformas como Scratch, Quizziz y makecode.

**Figura 8.** Menú sección aprende



En ocasiones el avatar aparecía en varias de las diapositivas con sugerencias que se desplegaban al acercar el mouse a él, mensajes motivacionales, activadores metacognitivos o siendo el protagonista con una pregunta de activación cognitiva referente a lo que estaba aprendiendo, la cual debía responder para poder avanzar, si la respuesta era incorrecta lo regresaba a una parte específica para que estudiara de nuevo o bien lo invitaba a reflexionar y regresar si lo deseaba o a avanzar. Si la respuesta era correcta se hacía una felicitación que lo

invitaba a continuar aprendiendo. La última subsección de aprendizaje estaba enfocada en la elaboración de una tarea práctica en MakeCode, por lo que se le daban instrucciones muy precisas al estudiante para que se dirigiera a la herramienta, desarrollara su actividad y la compartiera a través de la sección correspondiente en Classroom. Algunas de estas características son visibles en la Figura 9.

**Figura 9.** Ejemplos de diferentes secciones de "Aprende"



**Prueba tus Conocimientos.** Esta sección funcionó como módulo de monitoreo principal, sin dejar de lado que había elementos de monitoreo a lo largo de la sección de aprendizaje en los que se verificaba *in situ* el nivel de comprensión de los estudiantes. Este elemento estaba conformado por un recurso embebido de evaluación interactiva elaborado en la plataforma web Quizizz (Figura 10). En esta prueba los estudiantes podían responder preguntas relacionadas con el tema abordado a lo largo de la unidad, con una mecánica de juego que otorga puntos por cada



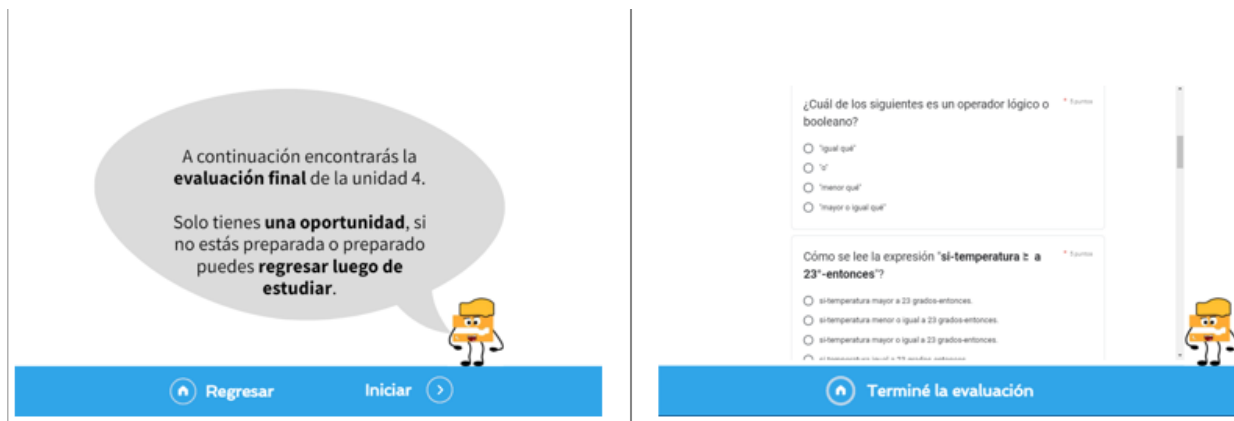
respuesta correcta, permite corregir una respuesta incorrecta, entre otros elementos interactivos. Al finalizar podían, verificar su puntaje, volver a responder, ir a la sección de aprendizaje a repasar o ver una corta explicación de las respuestas directamente en el recurso.

**Figura 10.** Recurso interactivo de monitoreo



**Evalúa tu Aprendizaje.** En esta sección fue embebida la evaluación final de la unidad trabajada, cuando el estudiante daba clic sobre el botón a través del menú inicial, se mostraba una diapositiva con un mensaje que lo invitaba a reflexionar si ya era el momento preciso para presentar la evaluación o si prefería volver a estudiar un poco más, recordándole que solo tendría una oportunidad de presentarla, si el estudiante decidía continuar, pasaba a diligenciar la evaluación de selección múltiple diseñada en un formulario de Google y embebida en el ambiente (Figura 11). En las 2 primeras unidades la evaluación fue controlada por contraseña para evitar que los estudiantes ingresaran directamente a ella sin pasar por las demás secciones, esto mientras se adaptaban al trabajo a través de los diferentes componentes del ambiente.

**Figura 11.** Evaluación final unidad 4



**Reflexiona.** El módulo de autoevaluación del andamiaje se desarrolló a través de esta sección, aquí, los estudiantes respondían un cuestionario elaborado de igual manera que en las otras secciones y embebido en el ambiente, sin embargo, esta herramienta no se consolidaba como una evaluación cuantitativa para medir el desempeño, sino que se pretendía que el estudiante realizara una reflexión acerca del desarrollo de su trabajo, de su rendimiento y sus emociones al respecto. Cuando el estudiante contestaba el cuestionario, se daba por finalizada la unidad y podía continuar con el botón señalado con la palabra “Terminé”, que lo dirigía a una página siguiente en la que recibía una insignia digital correspondiente a la unidad (Figura 12), la cual representaba las habilidades alcanzadas a través del cumplimiento de los objetivos, dicha insignia era dibujada en el cuaderno de apuntes de la materia y validada con una firma del docente que hacía una revisión previa del estado de entrega de las actividades con las cuales se había comprometido el estudiante.

**Figura 12.** Reflexión e insignia digital



***Ambiente de Aprendizaje con Andamiaje Metacognitivo Desvanecido.***

Dentro de los criterios de la investigación se propuso el desarrollo de una modalidad del ambiente que contara con un andamiaje de tipo desvanecido, esto, con el propósito de verificar el efecto que podría tener en el rendimiento de los estudiantes la posibilidad de eliminar paulatinamente las ayudas metacognitivas dispuestas para ellos a través de los diferentes módulos y el avatar. Dentro del diseño de la experiencia, se definió que esta funcionalidad se otorgaría a los estudiantes a partir de la unidad número 3, contando la 1 y 2 con el andamiaje fijo para permitirles reconocer las bondades de los módulos y que no decidieran eliminarlo sin siquiera conocerlo. De acuerdo con lo anterior, al iniciar la unidad 3, el estudiante encontraba una pantalla previa al menú inicial dónde podía seleccionar una de tres opciones diferentes.

La primera opción denominada "Experiencia completa", estaba acompañada por una imagen donde se encontraban los iconos de todas las secciones del ambiente dispuestos de forma vertical con su respectivo nombre y el avatar a la derecha (Figura 13). La segunda opción denominada "Experiencia sin: práctica de conocimientos", suprimía el módulo de monitoreo por lo que no aparecía en la imagen, además de mostrarse el avatar con un nivel de transparencia

haciendo alusión al desvanecimiento de la ayuda. La tercera opción heredó las características de la segunda, pero eliminando además el módulo de autoevaluación. Se informó a los estudiantes de esta nueva función antes de interactuar con ella y de las características de cada una de las opciones, después de esto ellos ingresaron al ambiente y escogieron la opción de su preferencia, la cual fue registrada en una planilla para evaluar después la información.

**Figura 13.** Ejemplo de andamiaje desvanecido

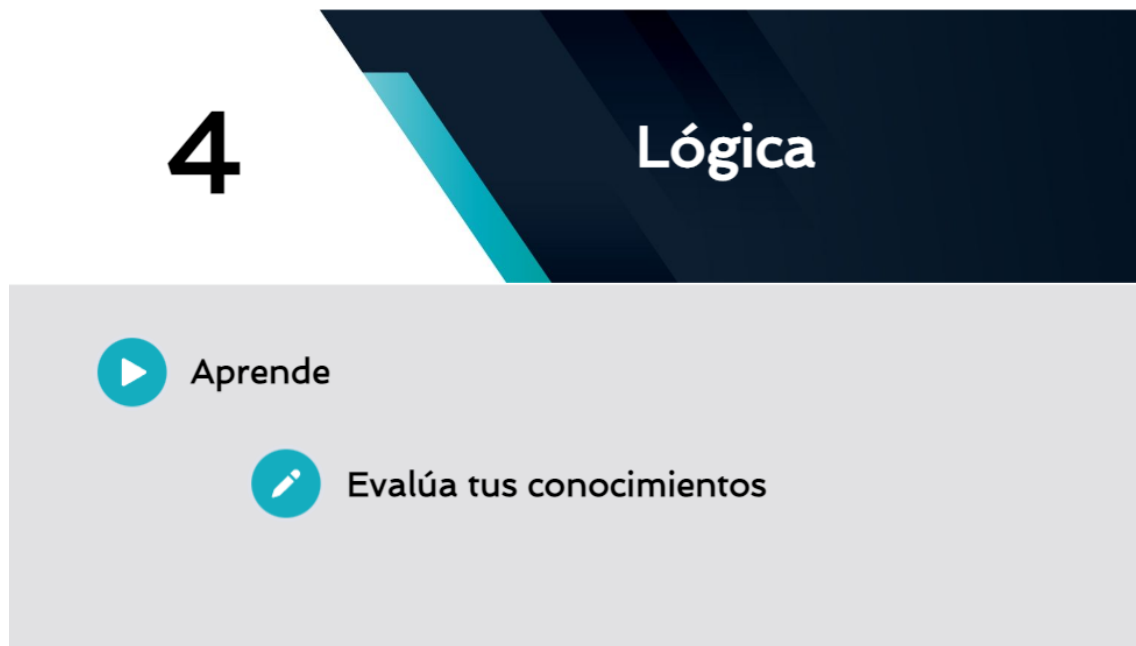


Cuando los estudiantes del grupo 502 seleccionaban la modalidad de su preferencia ingresaban al menú inicial conocido en las anteriores unidades, pero ya no encontrarían los elementos de los que habían decidido prescindir, a menos que seleccionarán la experiencia completa. Al desplazarse por las diferentes secciones de la unidad y regresar al inicio, el estudiante encontraría nuevamente el menú con las características de su selección, sin tener que escoger nuevamente el tipo de desvanecimiento.

### *Ambiente de Aprendizaje sin Andamiaje*

Esta modalidad del ambiente de aprendizaje fue con la cuál interactuaron los estudiantes del grupo 503, definido como el grupo control, de esta manera, aunque interactuaron con el ambiente de aprendizaje, no contaban con ninguna de las ayudas provistas por los módulos y el avatar del andamiaje metacognitivo del cuál se analizaron los efectos en la presente investigación. Los estudiantes encontraron la misma organización de las unidades en Classroom, con el mismo diseño, las mismas actividades y la misma frecuencia, sin embargo, al ingresar en la unidad, solo encontrarían la sección de aprendizaje y evaluación final (Figura 14), las cuales se desarrollaban de la misma manera que en las otras modalidades del ambiente.

**Figura 14.** Unidad sin andamiaje



## **Procedimiento**

Se realizó previa intervención una socialización con los padres de familia de los estudiantes que participaron del estudio para exponer las generalidades y los objetivos de este, de tal manera, se obtuvo su aceptación individual por medio de la firma de un consentimiento informado. Por otro lado, la primera unidad del curso fue probada preliminarmente por los estudiantes de grado quinto del 2022, lo que sirvió como pilotaje para depurar errores técnicos y dificultades en la interacción. Los procedimientos previos permitieron iniciar la intervención pedagógica con los estudiantes de grado quinto, durante el segundo periodo académico trimestral del 2023, comprendido entre abril y junio.

Para la implementación se utilizaron las clases de tecnología e informática, con una intensidad semanal de 2 horas por grupo, las cuales se destinaron exclusivamente al desarrollo de las actividades propuestas para el estudio, en un aula dotada con computadores y acceso a internet, Adicional a esto, los estudiantes contaron con acceso permanente al curso para desarrollar trabajo autónomo en sus hogares u otros espacios, salvo las evaluaciones que estaban protegidas con contraseña para evitar datos erróneos por la interacción de las familias al tratarse de estudiantes de primaria.

Durante el transcurso de toda la intervención y en momentos complementarios fuera de los tiempos de la clase, fue aplicada la prueba CEFT de estilo cognitivo de manera individual con cada uno de los estudiantes, teniendo en cuenta las instrucciones de implementación de esta. Además, como actividad inicial, los estudiantes respondieron en diferentes momentos de la primera semana del periodo académico cada uno de los cuestionarios dispuestos para el análisis de las variables dependientes (pruebas pre-test), las subescalas metacognitivas del CP-SRLI, de autoeficacia académica del MSLQ y autoeficacia online del OLVSES.

El trabajo con el ambiente computacional inicio con una sesión de acercamiento general guiada, en la que los estudiantes reconocieron la forma de interacción con los botones, menús, evaluaciones, el andamiaje, la entrega de tareas, entre otros elementos y procesos necesarios para el correcto desarrollo de las actividades. El procedimiento de ingreso e identificación no fue un elemento adicional que se debiera practicar ya que el uso del correo institucional y el Classroom hacía parte del trabajo cotidiano de los estudiantes para la clase de tecnología e informática y otras clases.

De acuerdo con las sesiones de clase disponibles a lo largo del periodo académico, cada una de las cinco unidades en su correspondiente modalidad fue publicada en el aula virtual de Classroom dispuesta para cada grupo, esto, de manera paulatina una cada semana para ayudar a regular el trabajo de los estudiantes. De esta manera, cada sesión ellos obtuvieron acceso a una nueva unidad, con la posibilidad de navegar libremente por las que tenían disponibles y la recomendación de finalizar las actividades correspondientes a cada unidad antes de iniciar con la siguiente.

Al finalizar cada una de las unidades de aprendizaje los estudiantes encontraron una evaluación final relacionada con los conocimientos adquiridos a lo largo de esta, cuando el estudiante realizaba las actividades formativas y se sentía preparado para presentar la evaluación solicitaba el acceso únicamente durante el transcurso de la clase. De acuerdo con las actividades académicas de la institución, no se pudo concretar en el tiempo previsto el resultado de todo el grupo para la quinta evaluación, por lo que se tuvieron en cuenta únicamente las evaluaciones de las primeras cuatro unidades para el análisis estadístico.

La semana posterior a la finalización de la experimentación, los estudiantes de los tres grupos diligenciaron en diferentes momentos dentro de la institución las pruebas post-test

relacionadas con las variables dependientes, en este sentido, respondieron nuevamente las subescalas metacognitivas del CP-SRLI (planeación, monitoreo y evaluación), de autoeficacia académica del MSLQ y autoeficacia online del OLVSES, a través de los formularios de Google establecidos para este fin y compartidos en el aula virtual de Classroom en la que desarrollaron la totalidad del curso.



## Capítulo 5. Resultados

En este capítulo se describe el tratamiento de los datos recolectados y se exponen los resultados obtenidos tras el análisis estadístico. Antes de ejecutar el procedimiento específico se hizo un preanálisis y filtrado de datos con ayuda del software utilizado, en el que se calcularon los datos perdidos y se descartó la existencia de valores atípicos (distancia de mahalanobis), lo que permitió mantener el conjunto de 103 casos. Además, se verificaron los supuestos que determinaron el ajuste entre el conjunto de datos y el procedimiento MANCOVA factorial. Se presentan en orden, los estadísticos descriptivos de las covariables, de las variables dependientes, la verificación de los supuestos propios del tipo de estudio implementado, los resultados del análisis multivariado y las pruebas post hoc para verificar el efecto en los diferentes grupos y realizar una interpretación más precisa.

### Pre-Test

En el análisis previo de las variables que se realizó a través del pre-test, se obtuvo una media similar para las habilidades metacognitivas de planeación ( $M=3,379$ ), monitoreo ( $M=3,571$ ) y autoevaluación ( $M=3,648$ ). En cuanto a la autoeficacia ( $M=5,466$ ) y la autoeficacia online ( $M=4,860$ ), que se evaluaron con una escala Likert de 7 puntos, se ve una media inferior para la autoeficacia online (Tabla 3. Estadísticos descriptivos covariables, lo que indica una tendencia de los estudiantes a sentirse menos capacitados para el aprendizaje autónomo en línea que para el aprendizaje en las condiciones habituales. En cuanto al logro de aprendizaje ( $M=1,602$ ), se subraya que los valores corresponden al promedio del resultado de las evaluaciones de conocimientos implementadas el periodo anterior en la asignatura que se

evalúan de 1,0 a 5,0, lo que indica un logro de aprendizaje muy bajo con respecto a los conocimientos que deberían obtener tras su proceso regular de aprendizaje.

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos covariables

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
<b>Planeación previa</b>	103	1,500	4,750	3,379	0,752
<b>Monitoreo previo</b>	103	1,714	4,857	3,571	0,671
<b>Autoevaluación previa</b>	103	2,143	4,857	3,648	0,695
<b>Autoeficacia previa</b>	103	2,750	6,875	5,466	0,862
<b>Autoeficacia online previa</b>	103	2,143	7,000	4,860	0,972
<b>Logro previo</b>	103	0,5	4,0	1,602	0,780
<b>N válido (por lista)</b>	103				

### Post-Test

Para el cálculo de las variables dependientes se realizó un post-test en el que se aplicaron los diferentes instrumentos descritos en la metodología. Se evidenció a simple vista una media superior en el logro de aprendizaje ( $M=3,320$ ) con respecto a los resultados del logro de aprendizaje previo ( $M=1,602$ ), aunque esto no prueba aún ninguna de las hipótesis planteadas en las preguntas de investigación, si muestra una tendencia de mejora luego de la intervención con el ambiente de aprendizaje computacional. Los datos descriptivos generales para todas las variables se relacionan en la Tabla 4, destacando que todas presentan un aumento en la media con respecto a sus covariables a excepción de la Autoeficacia para el aprendizaje, lo que se evaluó con el análisis posterior.

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos variables dependientes

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
<b>Planeación final</b>	103	1,500	4,750	3,455	0,854
<b>Monitoreo final</b>	103	1,429	4,857	3,632	0,746
<b>Autoevaluación final</b>	103	2,286	4,857	3,804	0,705
<b>Autoeficacia final</b>	103	3,125	7,000	5,337	0,979
<b>Autoeficacia online final</b>	103	2,714	7,000	4,979	0,852
<b>Logro final</b>	103	1,500	5,000	3,320	0,984
<b>N válido (por lista)</b>	103				

### Verificación de Supuestos

Se llevó a cabo la verificación de supuestos para determinar la fiabilidad del estudio, teniendo en cuenta la recomendación para la evaluación de la normalidad multivariante de Mertler y Vannatta (2017) esta se hace en función del valor de la asimetría y la curtosis para determinar las relaciones lineales y bivariadas en los subgrupos y así determinar que se cumpla el supuesto de normalidad. Se verificó además, la correlación lineal entre las variables dependientes y las covariables, el supuesto de homocedasticidad y la homogeneidad de los hiperplanos de regresión.

### *Normalidad*

Tanto para la relación entre las variables dependientes y el tipo de software utilizado (Tabla 5), como para la relación de estas con el estilo cognitivo (Tabla 6), se encuentran valores aceptables de asimetría y curtosis dentro del rango -1,5 y +1,5 (Tabachnick & Fidell, 2013), por

lo que se considera que hay una distribución normal de los datos en todos los subgrupos, inclusive, el valor más alto reportado es de -1,153 para la curtosis de la relación entre la ‘Planeación Final’ y el subgrupo ‘Andamiaje Fijo’, por lo que todos los datos se encuentran por debajo o muy cerca del rango -1,0 y +1,0, lo que para algunos autores es muy bueno en la mayoría de los usos psicométricos (Muthén & Kaplan, 1985).

**Tabla 5.** Normalidad entre tipo de andamiaje y variables dependientes

<b>Variable</b>	<b>Tipo de andamiaje</b>	<b>Estadístico</b>	<b>SD</b>	
<b>Logro final</b>	Andamiaje Fijo	Media	3,943	0,140
		Asimetría	-0,382	0,398
		Curtosis	-0,775	0,778
	Andamiaje desvanecido	Media	3,191	0,182
		Asimetría	0,255	0,403
		Curtosis	-1,055	0,788
	Sin Andamiaje	Media	2,809	0,118
		Asimetría	-0,149	0,403
		Curtosis	-1,137	0,788
<b>Planeación final</b>	Andamiaje Fijo	Media	3,554	0,160
		Asimetría	-0,469	0,398
		Curtosis	-1,153	0,778
	Andamiaje desvanecido	Media	3,469	0,135
		Asimetría	0,012	0,403
		Curtosis	-0,876	0,788
	Sin Andamiaje	Media	3,338	0,143
		Asimetría	-0,093	0,403
		Curtosis	-0,497	0,788
<b>Monitoreo final</b>	Andamiaje Fijo	Media	3,654	0,142
		Asimetría	-0,842	0,398
		Curtosis	0,264	0,778
	Andamiaje desvanecido	Media	3,645	0,121
		Asimetría	-0,369	0,403
		Curtosis	-0,460	0,788
	Sin Andamiaje	Media	3,597	0,119
		Asimetría	-0,154	0,403
		Curtosis	-0,871	0,788
Andamiaje Fijo	Media	3,772	0,140	

<b>Autoevaluación final</b>	Andamiaje desvanecido	Asimetría	-0,391	0,398	
		Curtosis	-1,076	0,778	
		Media	3,812	0,105	
	Sin Andamiaje	Asimetría	-0,554	0,403	
		Curtosis	-0,798	0,788	
		Media	3,828	0,115	
	<b>Autoeficacia final</b>	Andamiaje Fijo	Asimetría	-0,647	0,403
			Curtosis	-0,202	0,788
			Media	5,264	0,179
Andamiaje desvanecido		Asimetría	-0,382	0,398	
		Curtosis	-0,965	0,778	
		Media	5,326	0,166	
Sin Andamiaje		Asimetría	-0,627	0,403	
		Curtosis	-0,172	0,788	
		Media	5,423	0,159	
<b>Autoeficacia online final</b>	Andamiaje Fijo	Asimetría	-0,232	0,403	
		Curtosis	-0,445	0,788	
		Media	4,742	0,166	
	Andamiaje desvanecido	Asimetría	0,193	0,398	
		Curtosis	-0,675	0,778	
		Media	5,231	0,123	
	Sin Andamiaje	Asimetría	0,268	0,403	
		Curtosis	0,469	0,788	
		Media	4,971	0,133	
	Sin Andamiaje	Asimetría	-0,312	0,403	
		Curtosis	-0,486	0,788	

**Tabla 6.** Normalidad entre estilo cognitivo y variables dependientes

<b>Variable</b>	<b>Estilo cognitivo</b>	<b>Estadístico</b>	<b>SD</b>	
<b>Logro final</b>	Dependiente de campo	Media	3,121	0,191
		Asimetría	0,181	0,409
		Curtosis	-1,101	0,798
	Intermedio	Media	3,262	0,140
		Asimetría	0,451	0,365
		Curtosis	-0,739	0,717
	Independiente de campo	Media	3,643	0,172
		Asimetría	-0,181	0,441

		Curtosis	-0,669	0,858
<b>Planeación final</b>	Dependiente de campo	Media	3,285	0,151
		Asimetría	-0,102	0,409
		Curtosis	-0,973	0,798
	Intermedio	Media	3,535	0,121
		Asimetría	0,003	0,365
		Curtosis	-0,837	0,717
	Independiente de campo	Media	3,535	0,176
		Asimetría	-0,473	0,441
		Curtosis	-1,037	0,858
<b>Monitoreo final</b>	Dependiente de campo	Media	3,513	0,150
		Asimetría	-0,317	0,409
		Curtosis	-0,450	0,798
	Intermedio	Media	3,721	0,100
		Asimetría	-0,983	0,365
		Curtosis	0,726	0,717
	Independiente de campo	Media	3,638	0,142
		Asimetría	-0,125	0,441
		Curtosis	-0,825	0,858
<b>Autoevaluación final</b>	Dependiente de campo	Media	3,780	0,136
		Asimetría	-0,382	0,409
		Curtosis	-1,057	0,798
	Intermedio	Media	3,866	0,100
		Asimetría	-0,879	0,365
		Curtosis	0,232	0,717
	Independiente de campo	Media	3,738	0,133
		Asimetría	-0,256	0,441
		Curtosis	-0,921	0,858
<b>Autoeficacia final</b>	Dependiente de campo	Media	5,026	0,181
		Asimetría	-0,231	0,409
		Curtosis	-0,511	0,798
	Intermedio	Media	5,522	0,150
		Asimetría	-0,642	0,365
		Curtosis	-0,644	0,717
	Independiente de campo	Media	5,427	0,162
		Asimetría	-0,187	0,441
		Curtosis	-0,510	0,858
<b>Autoeficacia online final</b>	Dependiente de campo	Media	4,959	0,129
		Asimetría	-0,411	0,409
		Curtosis	-0,407	0,798
	Intermedio	Media	5,102	0,133

	Asimetría	-0,163	0,365
	Curtosis	-0,668	0,717
Independiente de campo	Media	4,817	0,180
	Asimetría	0,206	0,441
	Curtosis	0,287	0,858

### *Correlación de Variables Dependientes y Covariables*

Para el criterio de correlación de las variables dependientes (post-test) y sus respectivas covariables (pre-test), se realizó la prueba de correlación bivariada de Pearson con el fin de determinar la linealidad en la interacción de las variables y obteniendo los resultados descritos en la Tabla 7. Los resultados indican que se cumple el criterio en el nivel  $p \leq 0,050$  con una correlación lineal positiva para todas las relaciones de las variables dependientes y sus respectivas covariables, presentando una intensidad de correlación fuerte  $>0,50$  para el monitoreo, la autoevaluación y la autoeficacia; moderada  $>0,30$  para la planeación y la autoeficacia online y débil  $<0,29$  pero aun así significativa para el logro de aprendizaje.

**Tabla 7.** Resultados correlación de Pearson

<b>Variable y Covariable</b>	<b>Pearson (r)</b>	<b>Sig. (p)</b>
<b>Planeación final * Planeación previa</b>	0,450	0,000
<b>Monitoreo final * Monitoreo previo</b>	0,513	0,000
<b>Autoevaluación final * Autoevaluación previa</b>	0,553	0,000
<b>Autoeficacia final * Autoeficacia previa</b>	0,548	0,000
<b>Autoeficacia online final * Autoeficacia online previa</b>	0,390	0,000
<b>Logro final * Logro previo</b>	0,203	0,040

### ***Homocedasticidad y Homogeneidad de los Hiperplanos de Regresión***

En cuanto al supuesto de homocedasticidad, se realizó la prueba M de Box (Tabla 8), obteniendo los valores  $F = 1,118$  y  $p=0,143$  lo que determina que se cumple el principio de homocedasticidad multivariada ( $p > 0,05$ ), esto indica revisar los resultados de la distribución de probabilidad de Lambda de Wilks para verificar el supuesto de homogeneidad de los hiperplanos de regresión (Mertler & Vannatta, 2017). El valor de la significancia para la intersección de las variables independientes (Andamiaje y Estilo Cognitivo), con la covariable ‘Planeación previa’ fue  $p=0,164$ , con ‘Monitoreo previo’  $p=0,604$ , con ‘Autoevaluación previa’  $p=0,902$ , con ‘Autoeficacia online previa’  $p=0,176$  y con ‘Logro previo’  $p=0,614$ . Por lo tanto, se cumple el supuesto para todas las covariables mencionadas ( $p \geq 0,050$ ), dejando de lado únicamente la ‘Autoeficacia previa’.

**Tabla 8.** Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas

<b>M de Box</b>	252,780
<b>F</b>	1,118
<b>gl1</b>	168
<b>gl2</b>	7600,881
<b>Sig. (p)</b>	0,143

Para la covariable ‘Autoeficacia previa’ se obtuvo un valor estadísticamente significativo  $p=0,029$  lo que demuestra una interacción entre la covariable y las variables independientes, esto significa que tiene un impacto en la variación de los resultados de las variables independientes, lo que podría influir en una interpretación errónea de los efectos. Al respecto, la literatura sugiere incluir múltiples covariables para reducir el error (Pituch & Stevens, 2016) y de producirse una



interacción factor-covariable significativa, se puede proceder de dos maneras: transformado la variable que causa conflicto, lo que complejizaría la comprensión de los efectos o eliminarla del modelo y remplazarla de ser absolutamente necesaria (Tabachnick & Fidell, 2007). Teniendo en cuenta que se contaba con cinco covariables que cumplían el supuesto de homogeneidad de los hiperplanos de regresión, se procedió a eliminar la covariable ‘Autoeficacia previa’ para que no afectara el modelo general.

En vista de los resultados obtenidos para la verificación de supuestos tras las pruebas estadísticas ejecutadas, se comprobó que se cumplieron los criterios dentro de los rangos establecidos para cada caso, solo realizando la exclusión de una covariable al presentar interacción significativa con las variables independientes, lo que podría afectar el análisis factorial multivariado e indicó la necesidad de llevarlo a cabo realizando la exclusión, para identificar de manera más precisa el efecto de la intervención realizada.

### **Análisis Factorial Multivariado de Covarianza**

Para relacionar las variables del estudio se llevó a cabo un análisis MANCOVA factorial 3x3, del cual se citan en la Tabla 9 los estadísticos descriptivos para cada una de las variables dependientes, clasificando los grupos de estudiantes que trabajaron con las diferentes modalidades del ambiente computacional y teniendo en cuenta los diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC.

**Tabla 9.** Estadísticos descriptivos análisis factorial multivariado

<b>Variable dependiente</b>	<b>Tipo de andamiaje</b>	<b>Estilo cognitivo</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>
Logro final	Andamiaje fijo	Dependiente de campo	4,045	0,688	11
		Intermedio	3,679	0,846	14

		Independiente de campo	4,200	0,919	10
		Total	3,943	0,829	35
	Andamiaje desvanecido	Dependiente de campo	2,773	1,148	11
		Intermedio	3,333	0,976	15
		Independiente de campo	3,500	1,035	8
		Total	3,191	1,059	34
	Sin andamiaje	Dependiente de campo	2,545	0,789	11
		Intermedio	2,731	0,633	13
		Independiente de campo	3,200	0,483	10
		Total	2,809	0,686	34
	Total	Dependiente de campo	3,121	1,097	33
		Intermedio	3,262	0,906	42
		Independiente de campo	3,643	0,911	28
		Total	3,320	0,985	103
Planeación final	Andamiaje fijo	Dependiente de campo	3,333	0,945	11
		Intermedio	3,714	0,831	14
		Independiente de campo	3,573	1,131	10
		Total	3,554	0,945	35
	Andamiaje desvanecido	Dependiente de campo	3,272	0,694	11
		Intermedio	3,631	0,767	15
		Independiente de campo	3,438	0,961	8
		Total	3,469	0,785	34
	Sin andamiaje	Dependiente de campo	3,250	1,019	11
		Intermedio	3,231	0,725	13
		Independiente de campo	3,575	0,773	10
		Total	3,338	0,832	34
	Total	Dependiente de campo	3,285	0,869	33
		Intermedio	3,535	0,786	42
		Independiente de campo	3,535	0,933	28
		Total	3,455	0,854	103
Monitoreo final	Andamiaje fijo	Dependiente de campo	3,457	0,936	11
		Intermedio	3,704	0,826	14
		Independiente de campo	3,800	0,806	10
		Total	3,654	0,843	35
	Andamiaje desvanecido	Dependiente de campo	3,394	0,815	11
		Intermedio	3,886	0,401	15
		Independiente de campo	3,536	0,922	8
		Total	3,645	0,707	34
		Dependiente de campo	3,688	0,878	11

Autoevaluación final	Sin andamiaje	Intermedio	3,549	0,657	13	
		Independiente de campo	3,557	0,573	10	
		Total	3,597	0,696	34	
	Total	Dependiente de campo	3,513	0,859	33	
		Intermedio	3,721	0,646	42	
		Independiente de campo	3,638	0,749	28	
	Autoeficacia final	Andamiaje fijo	Total	3,632	0,746	103
			Dependiente de campo	3,773	0,822	11
			Intermedio	3,847	0,822	14
		Andamiaje desvanecido	Independiente de campo	3,667	0,917	10
			Total	3,772	0,828	35
			Dependiente de campo	3,527	0,746	11
Sin andamiaje		Intermedio	4,006	0,503	15	
		Independiente de campo	3,839	0,520	8	
		Total	3,812	0,615	34	
Total		Dependiente de campo	4,039	0,767	11	
		Intermedio	3,725	0,607	13	
		Independiente de campo	3,729	0,654	10	
Autoeficacia final	Andamiaje fijo	Total	3,828	0,672	34	
		Dependiente de campo	3,780	0,784	33	
		Intermedio	3,866	0,650	42	
	Andamiaje desvanecido	Independiente de campo	3,738	0,706	28	
		Total	3,804	0,705	103	
		Dependiente de campo	4,856	0,987	11	
	Sin andamiaje	Intermedio	5,429	1,246	14	
		Independiente de campo	5,483	0,769	10	
		Total	5,264	1,056	35	
	Total	Dependiente de campo	4,825	1,096	11	
		Intermedio	5,744	0,744	15	
		Independiente de campo	5,234	0,907	8	
Sin andamiaje	Total	5,326	0,969	34		
	Dependiente de campo	5,398	1,023	11		
	Intermedio	5,365	0,890	13		
Total	Independiente de campo	5,525	0,962	10		
	Total	5,423	0,929	34		
	Dependiente de campo	5,026	1,038	33		
Total	Intermedio	5,522	0,971	42		
	Independiente de campo	5,427	0,857	28		
	Total	5,337	0,979	103		

Autoeficacia online final	Andamiaje fijo	Dependiente de campo	4,592	0,915	11
		Intermedio	4,949	1,046	14
		Independiente de campo	4,617	1,016	10
		Total	4,742	0,984	35
	Andamiaje desvanecido	Dependiente de campo	5,052	0,540	11
		Intermedio	5,429	0,611	15
		Independiente de campo	5,107	1,063	8
		Total	5,231	0,720	34
	Sin andamiaje	Dependiente de campo	5,234	0,633	11
		Intermedio	4,890	0,839	13
		Independiente de campo	4,786	0,839	10
		Total	4,971	0,778	34
	Total	Dependiente de campo	4,959	0,744	33
		Intermedio	5,102	0,861	42
Independiente de campo		4,817	0,955	28	
Total		4,979	0,852	103	

Los resultados generales del contraste multivariado revelan que la variable independiente andamiaje (Wilks'  $\Lambda=0,616$ ,  $F(12, 168)=3,841$ ,  $p=0,000$ ,  $\eta^2=0,215$ ) sí tuvo efecto estadísticamente significativo sobre las variables dependientes lo que indica que aproximadamente el 21.5% de la variabilidad total de las variables dependientes es explicada por el efecto del andamiaje en el modelo. En cuanto a la variable estilo cognitivo (Wilks'  $\Lambda=0,816$ ,  $F(12, 168)=1,497$ ,  $p=0,130$ ,  $\eta^2=0,097$ ), no mostró ningún efecto sobre las variables dependientes, la interacción del andamiaje y el estilo cognitivo (Wilks'  $\Lambda=0,791$ ,  $F(24, 294)=0,853$ ,  $p=0,667$ ,  $\eta^2=0,057$ ) tampoco tuvo influencia sobre las variables dependientes del estudio.

Ahora bien, el efecto de la variable independiente andamiaje se da únicamente sobre las variables dependientes logro de aprendizaje ( $F(2, 89)=16,455$ ,  $p=0,000$ ,  $\eta^2=0,270$ ) y autoeficacia online ( $F(2, 89)=3,293$ ,  $p=0,042$ ,  $\eta^2=0,069$ ). Esto indica que aproximadamente el 27% de la variabilidad en el logro de aprendizaje puede ser explicada por el efecto del andamiaje y el 6.9%

de la variabilidad en la autoeficacia online puede ser explicada por el efecto del andamiaje. No hay ningún efecto significativo del andamiaje sobre las variables dependientes planeación ( $F(2, 89)=0,931, p=0,398, \eta^2=0,200$ ), monitoreo ( $F(2, 89)=0,403, p=0,669, \eta^2=0,009$ ), autoevaluación ( $F(2, 89)=0,794, p=0,455, \eta^2=0,018$ ) y autoeficacia académica ( $F(2, 89)=1,255, p=0,290, \eta^2=0,027$ ).

En cuanto a los resultados específicos del efecto de la variable asociada estilo cognitivo, no hay efecto sobre ninguna de las variables dependientes, es decir, no se registraron diferencias significativas sobre el logro de aprendizaje ( $F(2, 89)=0,556, p=0,576, \eta^2=0,012$ ), planeación ( $F(2, 89)=3,015, p=0,054, \eta^2=0,063$ ), monitoreo ( $F(2, 89)=2,306, p=0,106, \eta^2=0,049$ ), autoevaluación ( $F(2, 89)=0,721, p=0,489, \eta^2=0,016$ ), autoeficacia académica ( $F(2, 89)=2,697, p=0,073, \eta^2=0,057$ ) y autoeficacia online ( $F(2, 89)=1,793, p=0,172, \eta^2=0,039$ ). Se resalta que el valor de  $p$  sobre la habilidad metacognitiva de planeación ( $p=0,054$ ) es cercano al rango de significancia ( $p<0,05$ ), por lo que se pudo percibir una tendencia discutida más adelante.

La relación entre el andamiaje y la variable asociada estilo cognitivo, tampoco tuvo efecto sobre ninguna de las variables dependientes, es decir, no se registraron diferencias significativas por la relación de las variables independientes sobre el logro de aprendizaje ( $F(4, 89)=1,141, p=0,343, \eta^2=0,049$ ), planeación ( $F(4, 89)=0,792, p=0,533, \eta^2=0,034$ ), monitoreo ( $F(4, 89)=0,349, p=0,844, \eta^2=0,015$ ), autoevaluación ( $F(4, 89)=0,453, p=0,770, \eta^2=0,020$ ), autoeficacia académica ( $F(4, 89)=0,820, p=0,516, \eta^2=0,036$ ) y autoeficacia online ( $F(4, 89)=0,371, p=0,828, \eta^2=0,016$ ).

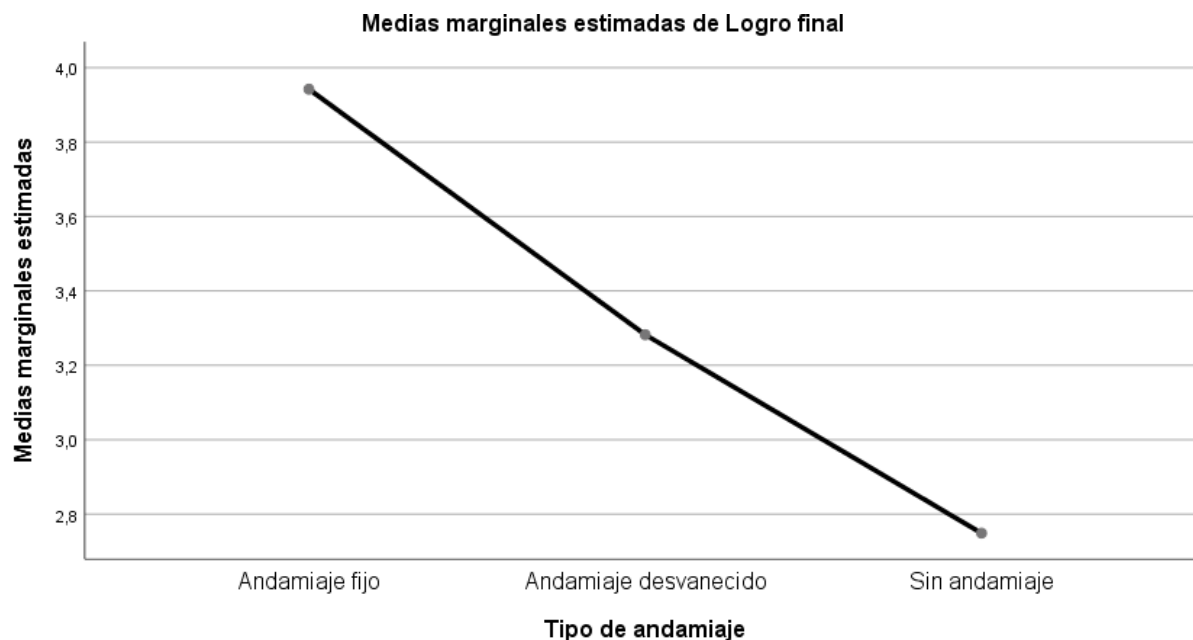
Como información adicional se evidencia en el modelo que las covariables presentan una asociación significativa con las variables dependientes, en particular con sus equivalentes, en este sentido, el logro de aprendizaje inicial tiene un efecto significativo sobre el logro final ( $F(1,$

89)=3,959,  $p=0,050$ ,  $\eta^2=0,043$ ), la planeación inicial sobre la final ( $F(1, 89)=7,081$ ,  $p=0,009$ ,  $\eta^2=0,074$ ), el monitoreo inicial sobre el final ( $F(1, 89)=8,844$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta^2=0,090$ ), la autoevaluación inicial sobre la final ( $F(1, 89)=15,725$ ,  $p=0,000$ ,  $\eta^2=0,150$ ) y la autoeficacia online inicial sobre la final ( $F(1, 89)=10,900$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,109$ ). Estos resultados son congruentes con la prueba de correlación bivariada e indican que el estado inicial de las variables es un buen predictor del estado final, lo que da cuenta de la alta confiabilidad de los instrumentos. Esto no se pudo comprobar con la autoeficacia académica debido a que la covariable autoeficacia inicial fue retirada del modelo general por la interacción significativa con las variables independientes.

### ***Análisis Post Hoc***

En los resultados de las pruebas post hoc realizadas por el método de comparación de efectos principales de Bonferroni y con el propósito de identificar la relación entre parejas de los diferentes grupos, se observó de manera puntual que las diferencias significativas del efecto del andamiaje sobre el logro de aprendizaje (

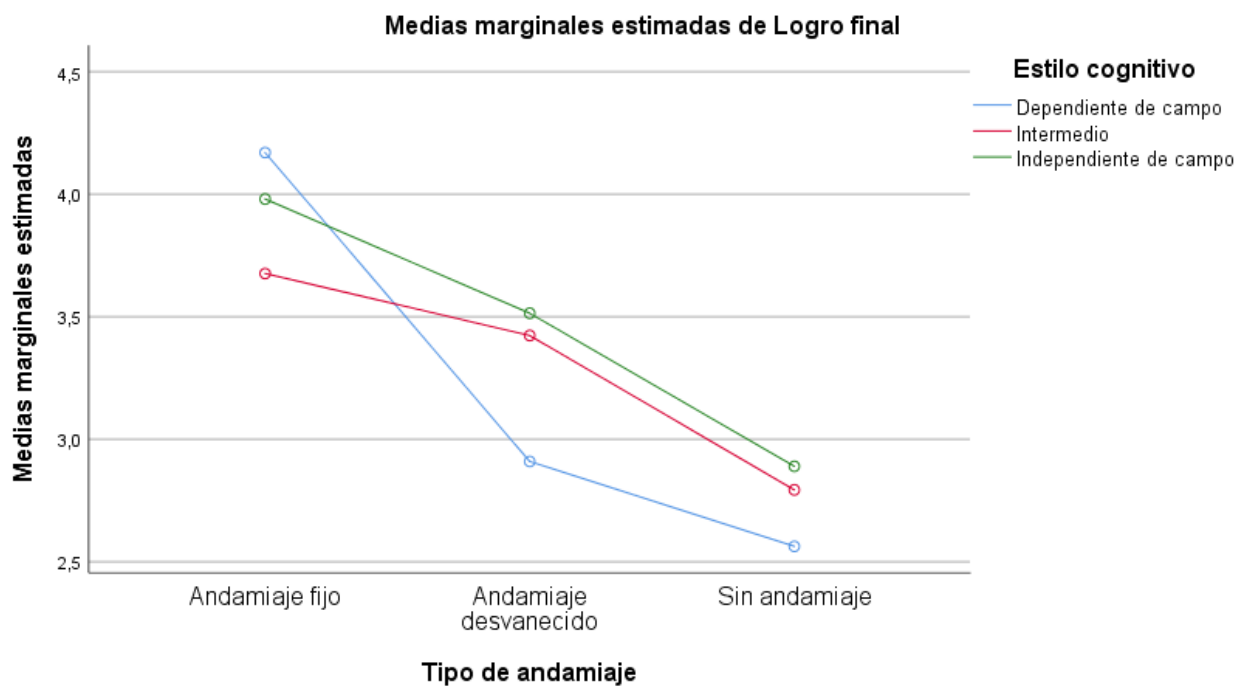
Figura 15), se dieron entre los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje con andamiaje fijo ( $M=3,942$ ,  $SD=0,147$ ) y los que interactuaron con el ambiente de aprendizaje sin andamiaje ( $M=2,749$ ,  $SD=0,149$ ), también entre el grupo con andamiaje fijo y el grupo de que interactuó con el ambiente que incluía el andamiaje desvanecido ( $M=3,282$ ,  $SD=0,157$ ). En cuanto a la comparación del grupo con andamiaje desvanecido y el grupo sin andamiaje, no se encontraron diferencias significativas. Los resultados indican que la media del logro de aprendizaje es superior para el grupo con andamiaje metacognitivo fijo con respecto a los otros dos grupos.

**Figura 15.** Efecto del tipo de andamiaje sobre el logro de aprendizaje

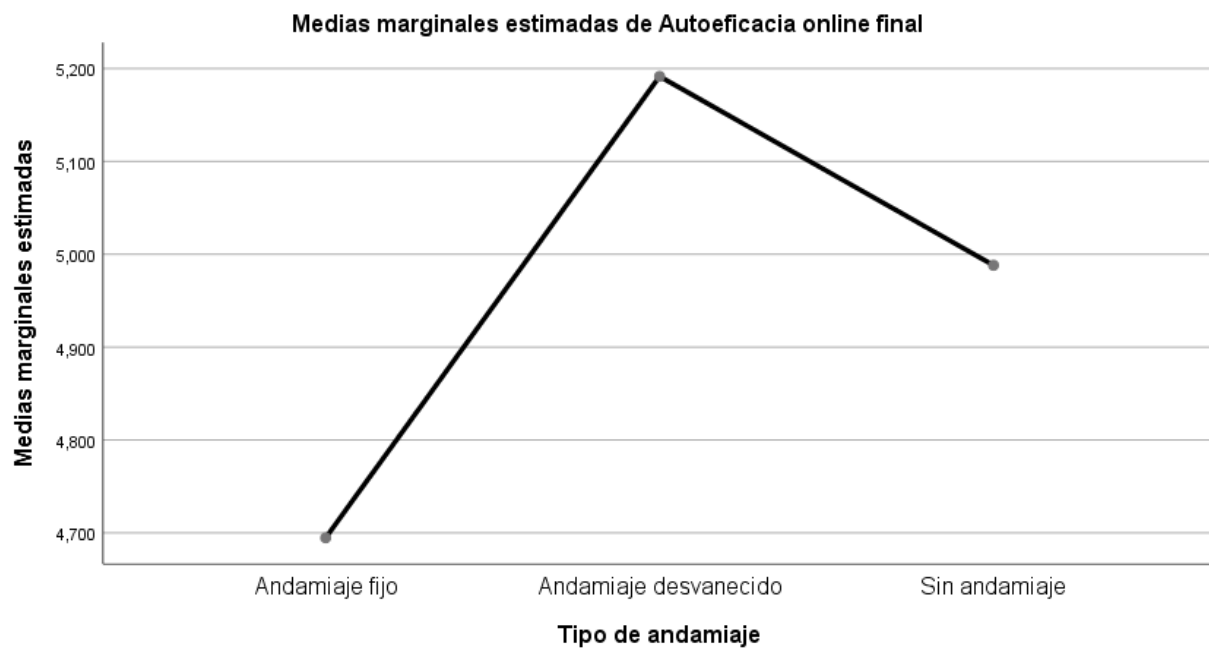
Aunque no hubo efecto significativo de la relación entre el andamiaje y el estilo cognitivo de los estudiantes sobre las variables dependientes directamente en el modelo general, si hay elementos interesantes a destacar de la comparación entre grupos teniendo en cuenta las dos variables (Figura 16), ya que se evidencia un efecto muy positivo del andamiaje metacognitivo fijo sobre el logro de aprendizaje de los estudiantes DC ( $M=4,170$ ,  $SD=0,267$ ), con respecto a los estudiantes con el mismo estilo cognitivo que interactuaron con el andamiaje desvanecido ( $M=2,909$ ,  $SD=0,261$ ) y con el ambiente sin andamiaje ( $M=2,563$ ,  $SD=0,257$ ). También se encuentran diferencias entre el grupo de los estudiantes de estilo cognitivo intermedio con andamiaje fijo ( $M=3,676$ ,  $SD=0,234$ ) y sin andamiaje ( $M=2,793$ ,  $SD=0,236$ ), e igualmente entre el grupo de los IC con andamiaje fijo ( $M=3,980$ ,  $SD=0,278$ ) y sin andamiaje ( $M=2,890$ ,  $SD=0,293$ ).



**Figura 16.** Análisis del efecto del andamiaje para los diferentes estilos cognitivos



En cuanto a la autoeficacia online, que fue la otra variable en la que se encontraron diferencias significativas por efecto del andamiaje (Figura 17), se identifica en los resultados de las pruebas post hoc, que el contraste se localiza entre el grupo de los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje con andamiaje desvanecido ( $M=5,192$ ,  $SD=0,139$ ), con respecto a los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje con andamiaje fijo ( $M=4,695$ ,  $SD=0,130$ ), sin encontrar diferencia significativa con el grupo que interactuó con el ambiente de aprendizaje sin andamiaje ( $M=4,988$ ,  $SD=0,132$ ), ni entre estos dos últimos. Cabe resaltar que en el caso de la autoeficacia online no hay diferencias significativas del efecto del andamiaje entre los diferentes grupos de estilos cognitivos.

**Figura 17.** Efecto del andamiaje sobre la autoeficacia online

## Capítulo 6. Discusión

### Resumen de los Resultados

Respecto a los resultados obtenidos, se puede resumir de forma general que: el conjunto de datos final utilizado con 103 casos, presentó una distribución normal en todas las variables dependientes analizadas con respecto a las variables independientes según los criterios de asimetría y curtosis, además, las variables dependientes mostraron una relación de linealidad positiva con sus respectivas covariables, por lo que se cumplió el criterio en términos de la correlación bivariada de Pearson.

Se cumplió el principio de homocedasticidad para el análisis multivariado con la prueba M de Box y el de homogeneidad de los hiperplanos de regresión por el criterio de Lambda de Wilks, salvo por una covariable que fue retirada del modelo general multivariado por presentar interacción significativa con las variables independientes.

Tras la verificación de supuestos, se realizó el análisis MANCOVA factorial en el que se obtuvieron como principales resultados: un efecto significativo sobre el logro de aprendizaje de los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje computacional que incluía el andamiaje metacognitivo fijo, con respecto a los que interactuaron con las modalidades del ambiente con andamiaje desvanecido y sin andamiaje.

Siendo aún más específicos, los estudiantes con estilo cognitivo DC que interactuaron con el andamiaje metacognitivo fijo obtuvieron mejores resultados, con respecto a los estudiantes con el mismo estilo cognitivo en los otros dos grupos, los intermedios con andamiaje fijo solamente con respecto a los intermedios sin andamiaje y los IC con andamiaje fijo solamente con respecto a los IC sin andamiaje.

No se encontró efecto significativo por parte del andamiaje en ninguno de sus estados, sobre las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación. Tampoco se evidenció efecto significativo sobre la autoeficacia académica, por lo que también se discuten estos resultados para analizar las posibles causas.

También se evidenció un efecto significativo del ambiente de aprendizaje que incluía el andamiaje de tipo desvanecido, sobre los criterios de autoeficacia online de los estudiantes, con respecto a los que interactuaron con el ambiente con andamiaje metacognitivo fijo, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas con respecto a los estudiantes que interactuaron con el ambiente sin andamiaje, tampoco entre los grupos fijo y sin andamiaje y no se encontraron diferencias significativas relacionadas con el estilo cognitivo.

Se determinó, que el estilo cognitivo no tuvo una influencia significativa sobre las variables dependientes del estudio, sin embargo, se notó una tendencia a la significancia sobre la habilidad metacognitiva de planeación. La interacción del estilo cognitivo con el tipo de andamiaje tampoco tuvo efectos significativos, lo que invita a pensar que el efecto del ambiente de aprendizaje en general favoreció la neutralización de diferencias individuales en los estudiantes, causadas por su estilo cognitivo en la dimensión DIC.

### **Interpretación de Resultados**

Se puede observar que el andamiaje metacognitivo fijo inmerso en el ambiente de aprendizaje computacional, causó un efecto significativo positivo sobre el logro de aprendizaje de los estudiantes, en comparación con el ambiente que incluía el andamiaje desvanecido y sin andamiaje, lo cual en términos generales, es consistente con numerosas investigaciones en el campo (Bernal & Ramírez, 2022; Buitrago, 2016; Duarte, 2021; Escobar, 2022; Huertas et al.,

2017; López et al., 2018; Morales, 2019; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019). De forma particular también es consistente con los hallazgos sobre la intervención con andamiajes metacognitivos en la educación primaria y preescolar (Florez, 2018; Mevarech & Iddini, 2021).

En este caso se puede decir que las ayudas presentadas por parte del andamiaje metacognitivo fijo incluidas en el diseño del ambiente de aprendizaje, lograron dirigir a los estudiantes de un nivel de desarrollo real a uno potencial en términos del alcance de logros de aprendizaje superiores (López, 2015), con respecto a sus propios logros obtenidos en las evaluaciones del bimestre académico anterior y también en relación con sus compañeros que interactuaron con el mismo ambiente de aprendizaje en las dos modalidades distintas, sin andamiaje y con andamiaje desvanecido.

Azevedo (2005) indica que los andamiajes fijos tienden a facilitar los cambios en los modelos mentales de estudiantes jóvenes y hacer que muestren interés en el tema, lo que puede ayudar a comprender el alcance de un logro de aprendizaje superior, sin embargo, también explica el autor que los estudiantes que interactúan con el andamiaje en estas condiciones usan estrategias de monitoreo para regular su aprendizaje que no siempre son efectivas o bien dirigidas, lo que se puede relacionar con la ausencia de efecto sobre las habilidades metacognitivas evaluadas y que se puede compensar con una participación del docente como agente externo de regulación que potencie los efectos del andamiaje computacional.

En relación con la ausencia de efectos sobre las habilidades metacognitivas evaluadas, se observa que, si se presentó una media mayor en las habilidades metacognitivas evaluadas con respecto al pre-test, pero no fueron diferencias estadísticamente significativas. Con relación a otros estudios que analizan diferentes variables relacionadas con la metacognición, no siempre se obtiene efecto sobre todas las características evaluadas, por ejemplo en el estudio de López y

colaboradores (2018) si bien se tuvo un efecto significativo sobre la autorregulación metacognitiva, este efecto se presentó únicamente sobre 2 de las 6 categorías evaluadas.

Con respecto a lo anterior, se evaluaron solamente 3 categorías (planeación, monitoreo y autoevaluación) muy relacionadas específicamente con cada etapa del modelo de autorregulación de Zimmerman y Moylan (2009) y en específico del modelo adaptado de Hederich (2015). Las posibles causas de la falta de efecto observable pueden ser: haber dejado categorías evaluables con el instrumento que pudieron dejar en evidencia el efecto, errores en el desarrollo de los módulos o que se requería de más tiempo en la intervención para ver los efectos, lo que puede ser entendible si se tiene en cuenta que la media en los resultados sí aumento como se expresa en el párrafo anterior.

Por otro lado, los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje con andamiaje metacognitivo fijo obtuvieron aprendizajes equivalentes entre ellos sin discriminación por su estilo cognitivo en la dimensión DIC, lo que es congruente con los hallazgos de diferentes estudios que indican que los andamiajes metacognitivos favorecen la disminución de diferencias individuales entre los sujetos cuando interactúan con ambientes de aprendizaje virtuales (Buitrago, 2016; Duarte, 2021; Florez, 2018; Huertas et al., 2017; López et al., 2018; Morales, 2019; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

Se destaca que, si bien no hubo diferencias significativas por efecto del estilo cognitivo, tener en cuenta esta variable para la comparación entre grupos, dentro del efecto del tipo de andamiaje, sí permitió ver que los estudiantes DC fueron los más favorecidos en comparación con los estudiantes DC de los otros dos grupos (sin andamiaje, andamiaje desvanecido), lo que es congruente con el estudio de Florez (2018) donde estudiantes de básica primaria DC también obtuvieron los mejores resultados cuando interactuaron con un ambiente de aprendizaje con

andamiaje metacognitivo fijo. Esto da cuenta de las bondades de los ambientes de aprendizaje con andamiajes metacognitivos.

Para profundizar al respecto, la teoría indica que los estudiantes DC tienen dificultades para segmentar la información, abstraer y descontextualizar (Hederich & Camargo, 2000). Esto reflejado en el estudio, significa que las características del ambiente de aprendizaje apoyadas por el andamiaje metacognitivo fijo no presentaron un reto adicional a los estudiantes DC y que, por el contrario, obtuvieron los mejores resultados. Lo que de ninguna manera contradice la teoría, sino que fortalece la hipótesis de las bondades de pensar desde el diseño de los ambientes que incluyen andamiajes en las diferencias individuales de los sujetos basados en modelos mejores adaptados (Hederich, 2015).

Analizando el otro efecto presentado por el ambiente de aprendizaje con diferentes tipos de andamiaje, el cual se presentó únicamente por parte del que contenía un andamiaje desvanecido sobre la autoeficacia online. Esto se relaciona con estudios que muestran influencia positiva de andamiajes sobre la autoeficacia online (López-Vargas et al., 2020). Además, Molenaar et al.(2010) presentaron resultados en los que evaluaban el efecto de una intervención con andamiajes metacognitivos y comprobaron que sus efectos se mantenían incluso después de desmontar el andamiaje, lo que se vincula con los resultados de este estudio en la medida que los aportes del andamiaje desvanecido mejoraron los criterios de autoeficacia online de los estudiantes aun cuando tenían el control de retirar los apoyos del andamiaje.

Se puede decir que en este estudio se trabajó un desvanecimiento controlado por el estudiante (Cagiltay, 2006), al cual se le entregó la autonomía desde la tercera unidad de retirarlo de forma opcional, teniendo en cuenta que el 65,62% mantuvieron las ayudas en promedio durante el resto de las unidades, el 9,37% utilizó un estado intermedio de ayudas y el 25%

retiraron completamente el andamiaje. Al haber una mayoría de estudiantes que mantuvieron las ayudas, se podría decir que el efecto está relacionado con la capacidad de decidir y la elección de mantener los apoyos. Bandura (1997) plantea que la autoeficacia afecta la elección de actividades, el esfuerzo y la persistencia y esto se da en dominios particulares de funcionamiento (Busot, 1997). Esto puede dar cuenta de que el andamiaje desvanecido haya afectado positivamente la autoeficacia online y no la autoeficacia académica.

Huertas-Bustos, López-Vargas y Sanabria-Rodríguez (2018) analizaron la eficacia de un andamiaje opcional que podía ser utilizado o ignorado por los estudiantes, los resultados no fueron favorables al encontrar que los estudiantes decidieron no utilizar las ayudas. En este sentido se puede evidenciar que, si bien gran parte de los estudiantes del presente estudio mantuvieron las ayudas, esto no se vio reflejado en las otras variables dependientes, lo que puede indicar que probablemente las mantuvieron solamente por demostrar que podían abordar todos los módulos disponibles en la unidad, pero no las abordaron a conciencia. López (2015) indica que una falencia en el desarrollo de andamiajes puede ser que aunque las ayudas estén ahí simplemente son ignoradas por los sujetos.

Hill y Hannafin (2001) señalan que los estudiantes no son buenos para tomar decisiones por naturaleza, ya que necesitan una gran capacidad de autorregulación para lograrlo. Esto puede estar relacionado con el aprovechamiento o no de las ayudas de forma consciente, eventualmente un entrenamiento metacognitivo más extenso antes de retirar las ayudas podría ayudar a mejorar estas decisiones, lo cual es algo que se puede abordar en otro estudio. Ahora bien, otros investigadores señalan que los andamiajes desvanecidos o dinámicos no favorecen todas las habilidades relacionadas con el desempeño, sino que favorecen habilidades específicas (López,



2015; McNeill et al., 2006), lo que puede ayudar a comprender el efecto a favor de la autoeficacia online y no de las otras habilidades evaluadas.

Por otro lado, el efecto positivo localizado sobre la autoeficacia online del andamiaje desvanecido, se evidenció en comparación con los estudiantes que interactuaron con el andamiaje fijo, al respecto, los investigadores tienen la idea casi generalizada que los andamiajes deber ser desvanecidos hasta retirar todas las ayudas, pero los estudios son muy contradictorios, unos muestran mejores efectos por parte de los andamiajes fijos y otros por parte de los desvanecidos (López, 2015), por lo que la investigación acerca de estos dos tipos de andamiaje en comparación debe continuar al no haber resultados concluyentes.

En cuanto a la variable asociada estilo cognitivo en la dimensión DIC, esta no presentó ningún efecto significativo sobre ninguna de las variables dependientes del estudio, al respecto, dentro de las concepciones del diseño del ambiente en general se tuvo en cuenta que los estudiantes presentaban diferencias individuales que podían afectar su interacción con el entorno computacional, tratando de hacer el ambiente más intuitivo y sencillo para todos los estudiantes, combinando criterios de color y diseño con elementos interactivos y botones muy específicos. Hederich (2015) señala que lo común en este tipo de ambientes es que suelen ser “...homogéneos, descontextualizados, despersonalizados e individualistas.”, además de señalar que no están basados en buenas adaptaciones de modelos pedagógicos lo que influye en el bajo rendimiento de los estudiantes DC.

Pues bien, esas diferencias no se dieron en la intervención aplicada por lo que se puede decir que se obtuvieron aprendizajes homogéneos entre los estudiantes de diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC. Se resalta además, que cada unidad del ambiente fue diseñada primero con el andamiaje metacognitivo fijo, luego se diseñó el proceso de desvanecimiento y

por último se implementó una versión que retiraba todos los rastros del andamiaje, quedando los elementos interactivos, de diseño, orden y color, establecidos desde el diseño general del ambiente basado en el modelo de autorregulación (Hederich, 2015).

Aunque no hubo efecto significativo por cuenta del andamiaje metacognitivo se observó una tendencia a la significancia en la habilidad metacognitiva de planeación, al respecto Caballero y Perilla (2022) encontraron por medio del análisis de protocolos verbales en su investigación llevada a cabo con estudiantes de cuarto y quinto grado de primaria, que los sujetos tenían dificultades para comprender los procesos de planeación. Esta tendencia podría estar relacionada con dificultades marcadas de comprensión acerca de las actividades de planeación en el ambiente, por parte de alguno de los grupos de estilo cognitivo, así como con la ausencia de efecto por parte de los diferentes tipos de ambiente sobre las habilidades metacognitivas, lo que invita a profundizar en los estudios acerca de estas habilidades en población de educación primaria teniendo en cuenta el estilo cognitivo de los sujetos.

La interacción del tipo de andamiaje con el estilo cognitivo no provocó ningún efecto significativo sobre las variables dependientes, es decir, no hubo diferencias marcadas por el uso del ambiente en las diferentes modalidades, entre estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Esto es compatible con los estudios empíricos que mostraron en sus resultados como la interacción de andamiajes con el estilo cognitivo ayudaba a neutralizar las diferencias individuales marcadas por el estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando interactuaban con ambientes de aprendizaje computacionales (Gallego, 2020; López et al., 2018; Morales, 2019).

## **Alcances y Limitaciones**

En este estudio se evaluó el efecto de un andamiaje de tipo metacognitivo inmerso en un ambiente computacional de aprendizaje con tres estados (andamiaje fijo, desvanecido y sin andamiaje), en el que se enseñaban contenidos relacionados con el área de tecnología e informática. Estudiantes de tres grupos de grado quinto de un colegio distrital de la ciudad de Bogotá interactuaron con el ambiente dividido en cinco unidades, cada una trabajada en una sesión de clase y con posibilidad de desarrollar trabajo autónomo desde casa ya que el ambiente se encontraba en línea.

De esta manera los alcances de este estudio estaban determinados por evaluar el efecto de la intervención con las diferentes modalidades del ambiente sobre el logro de aprendizaje, las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación y los criterios de autoeficacia académica y online del conjunto de estudiantes de primaria. Además, se tuvo en cuenta el estilo cognitivo en la dimensión DIC como variable asociada, midiendo también el efecto de esta de forma individual y en conjunto con el tipo de ambiente, sobre las variables dependientes.

Se utilizaron diferentes instrumentos traducidos y adaptados al idioma español con ayuda de un experto en traducción y la revisión de términos específicos por parte de pares docentes para refinar la traducción, pero no para modificarla por lo que se mantuvieron los criterios originales de los instrumentos y se midieron de la forma indicada en cada caso. Esta investigación no abordó de ninguna manera análisis exploratorios o confirmatorios de la validez de los instrumentos en el contexto que se aplicaron, esto se determinaría en otro tipo de estudio.

Dentro de las limitaciones es importante mencionar que se realizó un estudio de tipo cuasiexperimental dado que los grupos estaban previamente conformados en la institución educativa, esto, sumado al tamaño de la muestra, determinan que los resultados de la investigación son exploratorios y no pueden ser generalizados, mas sí pueden ser tomados como referencia para futuros estudios sobre la implementación de andamiajes en la educación primaria teniendo en cuenta el estilo cognitivo en la dimensión DIC.

Otra limitación para tener en cuenta es el proceso de implementación, el cual se realizó durante las clases de tecnología e informática debido a que no todos los estudiantes contaban con los medios tecnológicos para desarrollar el proceso de manera autónoma, sin embargo, la disponibilidad del ambiente en línea permitía que pudieran ingresar desde otros lugares para fortalecer su proceso de aprendizaje. Las evaluaciones finales de cada unidad se encontraban controladas por contraseña para evitar que los familiares manipularan los resultados, lo que puede ocurrir con frecuencia cuando se trabaja con estudiantes de primaria.

Por último, se utilizaron como instrumentos de recolección de datos cuestionarios de autorreporte, los cuales recogen la percepción que tienen los estudiantes sobre diferentes elementos de su proceso de aprendizaje, información que se esperaría fuera completamente real, pero es de suponer que algunos de ellos tienden a tergiversar sus respuestas para encajar en lo que consideran debería ser lo correcto. Aunque es algo que no se puede evitar del todo, se planteó una introducción que orienta la forma correcta de contestar y se realizó una reflexión con ejemplos antes de la aplicación de los instrumentos.

## **Conclusiones**

Se establecen las conclusiones finales del estudio con respecto a las preguntas de investigación planteadas inicialmente, además de algunas recomendaciones que podrían ser útiles para futuras investigaciones en el campo de los andamiajes metacognitivos en la educación primaria, realizando un aporte directo a la línea de investigación de ambientes computacionales para el desarrollo del aprendizaje autónomo, presente dentro de la Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

### ***Primera Pregunta de Investigación***

¿Existen diferencias significativas por efecto de un andamiaje metacognitivo, sobre el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación en estudiantes de grado quinto, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?

Con respecto a esta pregunta se pudo establecer con los resultados del estudio que sí hay una diferencia significativa determinada por el efecto del andamiaje metacognitivo, pero únicamente sobre el logro de aprendizaje y la autoeficacia online de los estudiantes de grado quinto que interactuaron con el ambiente de aprendizaje computacional.

De manera particular el efecto sobre el logro de aprendizaje se dio entre los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje en el estado de andamiaje fijo, obteniendo mejores resultados con respecto a los otros dos grupos, con andamiaje desvanecido y sin andamiaje. Lo que se suma a las numerosas investigaciones en el campo que analizan la ventaja de incluir andamiajes de tipo metacognitivo como apoyo a los ambientes de aprendizaje computacionales.

Además, se estableció un efecto significativo sobre los criterios de autoeficacia online de los estudiantes que interactuaron con el andamiaje desvanecido, con respecto a los que interactuaron con el andamiaje fijo. Esto respalda los estudios que indican que los andamiajes de tipo desvanecido favorecen solo algunas condiciones relacionadas con el aprendizaje (McNeill et al., 2006) y resalta las dificultades en torno a la aplicación de andamiajes desvanecidos por lo que la investigación en este aspecto requiere de mucha más profundidad.

### ***Segunda Pregunta de Investigación***

¿Existen diferencias significativas en el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación, en estudiantes de grado quinto con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?

No existen diferencias significativas en el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación en estudiantes de quinto de primaria por cuenta de las diferencias individuales que pueden presentar con respecto a su estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando interactúan con un andamiaje computacional de aprendizaje.

En este sentido se pudo establecer que el ambiente de aprendizaje en sus diferentes estados ayudó de cierta manera a reducir las diferencias individuales de los estudiantes en su interacción con él, esto puede considerarse un aporte al diseño de ambientes de aprendizaje para la educación primaria basados en modelos de autorregulación, aunque las características que permitieron la reducción de las diferencias individuales no son concluyentes.

### ***Tercera Pregunta de Investigación***

¿Existen diferencias significativas por efecto del estilo cognitivo de los estudiantes y el uso de un andamiaje metacognitivo, sobre en el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica y online y las habilidades metacognitivas de planeación, monitoreo y autoevaluación de estudiantes de grado quinto, cuando interactúan con un ambiente computacional de aprendizaje?

En cuanto a la tercera y última pregunta de investigación se pudo concluir que no hubo efecto significativo alguno por parte de la interacción del tipo de ambiente y el estilo cognitivo en la dimensión DIC. Es decir, que los efectos del ambiente no actuaron en conjunto con el estilo cognitivo sobre las variables dependientes. Lo que fortalece la idea de la reducción de diferencias individuales por cuenta del diseño del ambiente de aprendizaje en general.

### ***Recomendaciones***

Los resultados de este estudio pueden tomarse como un aporte a la evidencia empírica sobre el efecto de los andamiajes metacognitivos sobre el logro de aprendizaje y en particular sobre el uso y pertinencia de los andamiajes metacognitivos fijos en la educación primaria. Aunque los resultados no son concluyentes por las limitaciones del estudio, pueden servir de referencia a docentes para diseñar intervenciones pedagógicas apoyadas en andamiajes, así como a investigadores que busquen evidencia empírica que fortalezca sus hipótesis en el campo.

Los hallazgos particulares del estudio se relacionan con diferentes investigaciones en el campo, por lo que si son tenidos en cuenta es importante abordarlos desde la línea más conveniente y revisar las referencias citadas para ampliar la información existente que contribuya en el desarrollo de investigaciones futuras más precisas.

Los resultados indican, que se neutralizaron las diferencias individuales por cuenta del estilo cognitivo en la dimensión DIC al no haber efecto significativo sobre las variables dependientes por cuenta de esta variable, por lo que es conveniente profundizar en las características generales de los ambientes de aprendizaje que permiten mantener este efecto y contribuir en la obtención de aprendizajes equivalentes para los estudiantes que interactúan con ambientes computacionales.

Con relación a la experiencia realizada en este estudio y a los resultados citados de otros, se evidencia la necesidad del apoyo docente como agente regulador externo, en especial si se trabaja con poblaciones de niños de educación primaria o escolar en general, en este sentido, el docente podría apoyar el ambiente computacional de diferentes maneras que le permitan a los estudiantes un mejor aprovechamiento de este.

Los efectos de los andamiajes fijo y desvanecido son diversos, en esta investigación y otras citadas al respecto en la discusión. Con relación a esto, se debe continuar con la investigación para encontrar la manera más precisa de aprovechar los efectos de las ayudas provistas por los andamiajes, se podría pensar en la adaptación de componentes fijos y desvanecidos, pero eso no se aborda en esta investigación, solo es una idea producto de los efectos observados y la literatura que trata sobre los efectos de estos tipos de andamiajes, habría que hacer un análisis preciso con esos criterios para encontrar información al respecto.

Se destaca la ventaja de utilizar las herramientas web disponibles y al alcance de cualquier persona, ya que de manera sencilla cualquier docente puede desarrollar este tipo de ambientes enfocados en un conjunto de temas específicos e implementando ayudas como los andamiajes, sin la necesidad de ser programador. Estas herramientas son actualizadas



constantemente con nuevas tendencias y desarrollos tecnológicos que las vuelven muy útiles para la educación, sin dejar de lado desde luego, la necesidad de potenciar la adaptación de modelos pedagógicos precisos a los desarrollos, como lo mencionan los investigadores.

## Referencias

- Arrieta, O. M. (2023). *Google Drive como herramienta colaborativa para mejorar el proceso de escritura en niños de quinto de primaria*. [Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/4394>
- Artino, A. R., & McCoach, D. B. (2008). Development and initial validation of the online learning value and self-efficacy scale. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 279–303. <https://doi.org/10.2190/EC.38.3.c>
- Azevedo, R. (2005). Using hypermedia as a metacognitive tool for enhancing student learning? the role of self-regulated learning. *Computers as Metacognitive Tools for Enhancing Learning: A Special Issue of Educational Psychologist*, 40(May), 199–209. <https://doi.org/10.4324/9781315866239-2>
- Azevedo, R., & Cromley, J. G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523–535. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.523>
- Baas, D., Castelijns, J., Vermeulen, M., Martens, R., & Segers, M. (2015). The relation between assessment for learning and elementary students' cognitive and metacognitive strategy use. *British Journal of Educational Psychology*, 85(1), 33–46. <https://doi.org/10.1111/bjep.12058>
- Baker, L. (1989). Metacognition, comprehension monitoring, and the adult reader. *Educational Psychology Review*, 1(1), 3–38. <https://doi.org/10.1007/BF01326548>

- Balderas, M. de J. C., Páez, D. A., & Pérez, M. G. (2020). Discusión teórica sobre las prácticas docentes como mediadoras para potencializar estrategias metacognitivas en la solución de tareas matemáticas. *Educación Matemática*, 32(1), 221–240.  
<https://doi.org/10.24844/EM3201.10>
- Bandura, A. (1995). *Self-Efficacy in Changing Societies*. Cambridge University Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511527692>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W. H. Freeman and Company.
- Bernal, D. M., & Ramírez, D. A. (2022). *Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación Ver ítem Desarrollo de habilidades de pensamiento histórico a partir de andamiajes metacognitivos en estudiantes de básica secundaria* [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/17800>
- Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology*, 54(2). <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00205.x>
- Bornas, X., & Llabrés, J. (2001). Helping students build knowledge: What computers should do. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 13.
- Builles, J., Galeano, C., & Tabares, M. (2022). La radio educativa como estrategia de andamiaje en ciencias naturales: una experiencia con estudiantes de tercero y cuarto de primaria en la Institución Educativa Samurindó. *Bio-Grafía. Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza, Extraordinario*, 2781–2787. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio->

grafia/article/view/18452/11883

Buitrago, N. C. (2016). *Validación de un andamiaje metacognitivo para favorecer el logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión dependientes e independientes de campo cuando interactúan en un ambiente b-learning*. Universidad Pedagógica Nacional.

Busot, I. M. (1997). Teoría de la auto-eficacia (A. Bandura): Un basamento para el proceso instruccional. *Encuentro Educativo*, 4(1), 53–63.

Caballero, D. C., & Perilla, O. L. (2022). *Caracterización de los Procesos cognitivos y Metacognitivos a partir de la Implementación de una Estrategia Metacognitiva en la Resolución de Problemas*. Universidad Pedagógica Nacional.

Cagiltay, K. (2006). Scaffolding strategies in electronic performance support systems: Types and challenges. *Innovations in Education and Teaching International*, 43(1), 93–103.  
<https://doi.org/10.1080/14703290500467673>

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin Company.

Cho, M. K., & Kim, M. K. (2020). Investigating elementary students' problem solving and teacher scaffolding in solving an Ill-structured problem. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(4), 274–289.  
<https://doi.org/10.46328/IJEMST.V8I4.1148>

Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure

and initial test. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 19(2), 189–210.

<https://doi.org/10.2307/249688>

Contreras, K., Caballero, C., Palacio, J., & Pérez, M. (2008). Factores asociados al fracaso académico en estudiantes universitarios de Barranquilla ( Colombia ). *Psicología Desde El Caribe*, 22, 110–135.

Dabbagh, N., & Kitsantas, A. (2004). Supporting self-regulation in student-centered web-based learning environments. *International Journal on E-Learning*.

Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Conpes 3988 Tecnologías Para Aprender*.

Dignath, C., Buettner, G., & Langfeldt, H. P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively?. A meta-analysis on self-regulation training programmes. *Educational Research Review*, 3(2), 101–129.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.02.003>

Duarte, D. F. (2021). *Efecto de un andamiaje metacognitivo a través de un ambiente de aprendizaje para el desarrollo de la lectura crítica y de las habilidades metacognitivas en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC*. Univeersidad Pedagógica Nacional.

Duncan, T. G., & McKeachie, W. J. (2005). The making of the motivated strategies for learning questionnaire. In *Educational Psychologist* (Vol. 40, Issue 2, pp. 117–128).

[https://doi.org/10.1207/s15326985ep4002\\_6](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4002_6)

Echazarra, A. (2019). *PISA 2018 Results in Colombia: An International Perspective*. December.

- Enríquez Guerrero, C. L., Segura Cardona, Á. M., & Tovar Cuevas, J. R. (2013). Factores de riesgo asociados a bajo rendimiento académico en escolares de Bogotá. (Spanish). *Investigaciones Andina*, 15(26), 654–666.  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=86950639&lang=es&site=ehost-live>
- Escobar, D. P. (2022). *Andamiaje metacognitivo para apoyar el aprendizaje de vocabulario en inglés en un ambiente B-learning* [Universidad Pedagógica Nacional].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/18409%0A>
- Farias, G. A. (2022). *Estrategias metacognitivas para la comprensión lectora en estudiantes de cuarto año básico de una escuela fiscal de Guayaquil - 2022* [Universidad César Vallejo].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/95674>
- Figuroa, M. (2019). *Lanzamiento de Resultados Colombia PISA 2018*.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive Aspects of Problem Solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The Nature of Intelligence*. Lawrence Erlbaum Associates.
- 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>
- Florez, N. L. (2018). *Andamiaje de tipo metacognitivo para el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro del aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes básica primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC*. [Universidad Pedagógica

Nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9829>

Fretz, E. B., Wu, H. K., Zhang, B. H., Davis, E. A., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2002). An investigation of software scaffolds supporting modeling practices. *Research in Science Education*, 32(4), 567–589. <https://doi.org/10.1023/A:1022400817926>

Gallego, R. A. (2020). Diseño, producción e implementación del ambiente de aprendizaje basado en WEB, AABW. *Revista de Comunicación de La SEECI*, 52, 119–147. <https://doi.org/10.15198/seeci.2020.52.119-147>

García-Marcos, C. J., López-Vargas, O., & Cabero-Almenara, J. (2020). Autorregulación del aprendizaje en la Formación Profesional a Distancia: efectos de la gestión del tiempo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.400071>

García, T., Rodríguez, C., González-Castro, P., Álvarez-García, D., & González-Pienda, J.-A. (2016). Metacognition and executive functioning in Elementary School. *Anales de Psicología*, 32(2), 474–483. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.2.202891>

González, N., & Beltramino, L. (2017). La formación docente universitaria de la carrera de Profesorado en la Escuela de Ciencias de la Educación. FFYH UNC. Andamiajes propuestos y sentidos otorgados. *Cuadernos de Educación*, 15(15), 287–302.

Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory* (Vol. 2). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9781410603784-12>

- Hederich-Martínez, C., López-Vargas, O., & Camargo-Uribe, A. (2016). Effects of the use of a flexible metacognitive scaffolding on self-regulated learning during virtual education. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 8(3–4), 199–216.  
<https://doi.org/10.1504/IJTEL.2016.082321>
- Hederich, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-Dependencia de Campo -Influencias culturales e implicaciones para la educación-* [Universidad Autónoma de Barcelona].  
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4754/chm1de1.pdf;jsessionid=6A7BACF58C28D1756824516C7F6ADBE8.tdx1?sequence=1>
- Hederich, C. (2015). Las expectativas frustradas de la educación virtual: ¿Cuestión de estilo cognitivo? In Á. Camargo (Ed.), *Educación y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Cátedra Doctoral III* (pp. 17–48). Universidad Pedagógica Nacional.
- Hederich, C., & Camargo, A. (2000). Estilo cognitivo y logro en el sistema educativo de la ciudad de Bogotá. *Revista Colombiana de Educación*, 40–41(March), 1–23.  
<https://doi.org/10.17227/01203916.7782>
- Hederich, C., & López, O. (2010). Efecto de un andamiaje para facilitar el aprendizaje autorregulado en ambientes hipermedia. *Revista Colombiana de Educación*, 58, 40.  
<https://doi.org/10.17227/01203916.632>
- Hill, J. R., & Hannafin, M. J. (2001). Teaching and learning in digital environments: The resurgence of resource-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 49(3), 37–52. <https://doi.org/10.1007/BF02504914>



- Huertas-Bustos, A., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2018). Effect of a metacognitive scaffolding on information web search. *Electronic Journal of E-Learning*, *16*(2), 91–106.
- Huertas, A., López, O., & Sanabria, L. (2017). Influence of a Metacognitive Scaffolding for Information Search in B- learning Courses on Learning Achievement and Its Relationship with Cognitive and Learning Style. *Journal of Educational Computing Research*, *55*(2). <https://doi.org/10.1177/0735633116656634>
- Icfes. (2019). Informe nacional de resultados para Colombia-PISA 2018. In *Módulos de competencias genéricas*. [https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe nacional de resultados PISA 2018.pdf](https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe_nacional_de_resultados_PISA_2018.pdf)
- Jackson, S. L., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). The Design of Guide Learner-Adaptive Scaffolding in Interactive Learning Environments. *Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/274644.274672>
- Jacobson, M. J., & Archodidou, A. (2000). The Design of Hypermedia Tools for Learning: Fostering Conceptual Change and Transfer of Complex Scientific Knowledge. *Journal of the Learning Sciences*, *9*(2), 145–199. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0902\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0902_2)
- Karp, S. A., & Konstadt, N. L. (1963). *Manual for the Children's Embedded Figures Test*. Cognitive Tests.
- Kazu, I. Y., & Demirkol, M. (2014). Effect of Blended Learning Environment Model on High School Students' Academic Achievement. *Turkish Online Journal of Educational*

*Technology - TOJET*, 13(1), 78–87.

- Kramarski, B., & Gutman, M. (2006). How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 24–33. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00157.x>
- Lastre Meza, K., López Salazar, L. D., & Alcazar Berrio, C. (2017). Relación entre apoyo familiar y el rendimiento académico en estudiantes colombianos de educación primaria. *Psicogente*, 21(39), 102–115. <https://doi.org/10.17081/psico.21.39.2825>
- López-Vargas, O., Ortiz-Vásquez, J., & Ibáñez-Ibáñez, J. (2020). Autoeficacia y logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en un ambiente m-learning. *Pensamiento Psicológico*, 18(1), 71–85. <https://doi.org/10.11144/javerianacali.ppsi18-1.alae>
- López, O. (2015). Diseño de andamiajes computacionales para apoyar la autonomía en el aprendizaje. In Á. Camargo (Ed.), *Educación y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Cátedra Doctoral III* (pp. 49–68). Universidad Pedagógica Nacional. <http://www.jstor.org/stable/j.ctvfc52q0.5>
- López, O., Sanabria, L. B., & Buitrago, N. C. (2018). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo sobre la autorregulación y el logro de aprendizaje en un ambiente de aprendizaje combinado. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 44, 33–50. <https://doi.org/10.17227/ted.num44-8988>
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal*

*of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1)

Mertler, C. A., & Vannatta, R. (2017). Advanced and Multivariate Statistical Methods: Practical Application and Interpretation. In *Advanced and Multivariate Statistical Methods* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315266978>

Mevarech, Z. R., & Iddini, V. (2021). Developing Young Children's Mathematics Knowledge and Reasoning Through Mathematics E-Book Activities Supported by Metacognitive Scaffolding. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 20(2). <https://doi.org/10.1891/JCEP-2021-0016>

Molenaar, I., Van Boxtel, C. A. M., & Sleegers, P. J. C. (2010). The effects of scaffolding metacognitive activities in small groups. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1727–1738. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2010.06.022>

Morales, R. J. (2019). *Influencia de los activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre el logro de aprendizaje, la carga cognitiva y la metacognición en estudiantes con diferente estilo cognitivo*. Universidad Pedagógica Nacional.

Muthén, B., & Kaplan, D. (1985). A comparison of some methodologies for the factor analysis of non-normal Likert variables. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 38(2), 171–189. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1985.tb00832.x>

OCDE. (2018). *Nota del País. Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) Resultados de PISA 2018*.

Pajares, F., & Valiante, G. (2002). Students' self-efficacy in their self-regulated learning

strategies: A developmental perspective. In *Psychologia* (Vol. 45, Issue 4).

<https://doi.org/10.2117/psysoc.2002.211>

Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>

Panadero, E., Klug, J., & Järvelä, S. (2015). Third wave of measurement in the self-regulated learning field: when measurement and intervention come hand in hand. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60(6), 723–735.

<https://doi.org/doi.org/10.1080/00313831.2015.1066436>

Panadero, E., & Tapia, J. A. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30(2), 450–462. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.167221>

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). Promoting Metacognition and Motivation of Exceptional Children. *Remedial and Special Education*, 11(6), 7–15.

<https://doi.org/10.1177/074193259001100604>

Párraga, I., & Toro, O. (2016). *Andamiajes Metacognitivos en Aprendizaje Autorregulado Para Fortalecer Destrezas en la Solución de Problemas Matemáticos en Estudiantes de Básica Primaria*. Universidad Pedagógica Nacional.

Perkins, D. F., Syvertsen, A. K., Mincemoyer, C., Chilenski, S. M., Olson, J. R., Berrena, E., Greenberg, M., & Spoth, R. (2016). Thriving in School: The Role of Sixth-Grade Adolescent–Parent–School Relationships in Predicting Eighth-Grade Academic Outcomes.

*Youth and Society*, 48(6). <https://doi.org/10.1177/0044118X13512858>

- Pintrich, P. R. (2000). The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 451–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-012109890-2/50043-3>
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1). <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & Mckeachie, W. J. (1993). Reliability and Predictive Validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801–803. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- Pintrich, P. R., Smith, D., Garcia, T., & McKeachie, W. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. The University of Michigan. <https://doi.org/ED338122>
- Pituch, K. A., & Stevens, J. P. (2016). Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences: Analyses with SAS and IBM's SPSS. In *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences: Analyses with SAS and IBM's SPSS, Sixth Edition* (6th ed.). Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9781315814919>

- Pozo, J. I., Echeverría, M. del P. P., Ortega, E. M., Rubiños, N. S., Cruz, M. de La, & Sanz, M. M. (2006). Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: Las concepciones de profesores y alumnos. In *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (Vol. 3).
- Prabawanto, S. (2018). The enhancement of students' mathematical self-efficacy through teaching with metacognitive scaffolding approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012135>
- Ramírez, J. J. (2018). *Efecto de un andamiaje de autoeficacia en el estilo cognitivo, el logro de aprendizaje y la carga cognitiva*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22. [https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_3](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_3)
- Rincón, L. J., & Hederich, C. (2012). Escritura inicial y estilo cognitivo. *Folios*, 1(35), 49–65. <https://doi.org/10.17227/01234870.35folios49.65>
- Roebbers, C. M., van Loon, M. H., Buehler, F. J., Bayard, N. S., Steiner, M., & Aeschlimann, E. A. (2021). Exploring psychometric properties of children' metacognitive monitoring. *Acta Psychologica*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103399>
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>

- Solórzano-Restrepo, J., & López-Vargas, O. (2019). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo en un ambiente e-learning sobre la carga cognitiva, el logro de aprendizaje y la habilidad metacognitiva. *Suma Psicológica*, *24*(1), 37–45.  
<https://doi.org/10.14349/sumapsi.2019.v26.n1.5>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). Experimental designs using ANOVA. In *Experimental Design Using Anova*. Duxbury Press.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics (6th ed.)*. Pearson.
- Valencia-Vallejo, N. (2017). *Autoeficacia académica, capacidad metacognitiva, logro de aprendizaje y estilo cognitivo en ambientes e-learning*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Valencia-Vallejo, N., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2019). Effect of a metacognitive scaffolding on self-efficacy, metacognition, and achievement in e-learning environments. *Knowledge Management and E-Learning*, *11*(1), 1–19.  
<https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.001>
- van Loon, M. H., Bayard, N. S., Steiner, M., & Roebbers, C. M. (2021). Connecting teachers' classroom instructions with children's metacognition and learning in elementary school. *Metacognition and Learning*, *16*(3), 623–650. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09248-2>
- Vandeveldt, S., Van Keer, H., & Rosseel, Y. (2013). Measuring the complexity of upper primary school children's self-regulated learning: A multi-component approach. *Contemporary Educational Psychology*, *38*(4), 407–425. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.09.002>
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and

- learning: Conceptual and methodological considerations. In *Metacognition and Learning* (Vol. 1, Issue 1, pp. 3–14). <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and Society: The Development of Higher Psychological Processes*. In *Harvard University Press*.
- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1990). What Influences Learning? A Content Analysis of Review Literature. *Journal of Educational Research*, 84(1), 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220671.1990.10885988>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. Hacker, J. Dunlosky, & A. Graesser (Eds.), *Metacognition in Educational Theory and Practice* (pp. 277–304). Routledge.
- Witkin, H. A. (1950). Individual differences in ease of perception of embedded figures. *J Pers*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1950.tb01084.x>.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D., & Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1–64. <https://doi.org/10.3102/00346543047001001>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Zhang, M., & Quintana, C. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58(1), 181–196.



<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2011.07.016>

Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166–183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>

Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct Validation of a Strategy Model of Student Self-Regulated Learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 284–290. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.3.284>

Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R. (2009). Self-Regulation: Where Metacognition and Motivation Intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 299–315). Routledge/Taylor & Francis Group.

Zimmerman, W. A., & Kulikowich, J. M. (2016). Online Learning Self-Efficacy in Students With and Without Online Learning Experience. *American Journal of Distance Education*, 30(3), 180–191. <https://doi.org/10.1080/08923647.2016.1193801>

Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2). <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>

## Lista de Figuras

Figura 1. Fases y procesos de la autorregulación según Zimmerman y Moylan (2009) .....	40
Figura 2. Modelo de Winne y Hadwin (1998).....	41
Figura 3. Modelo de Pintrich (2000).....	43
Figura 4. Modelo de autorregulación adaptado por Hederich .....	54
Figura 5. Aulas de programación para cada grupo .....	68
Figura 6. Presentación de las unidades en Classroom .....	69
Figura 7. Menú inicial con andamiaje metacognitivo fijo .....	70
Figura 8. Menú sección aprende .....	71
Figura 9. Ejemplos de diferentes secciones de "Aprende" .....	72
Figura 10. Recurso interactivo de monitoreo.....	73
Figura 11. Evaluación final unidad 4.....	74
Figura 12. Reflexión e insignia digital.....	75
Figura 13. Ejemplo de andamiaje desvanecido.....	76
Figura 14. Unidad sin andamiaje .....	77
Figura 15. Efecto del tipo de andamiaje sobre el logro de aprendizaje .....	96

Figura 16. Análisis del efecto del andamiaje para los diferentes estilos cognitivos..... 97

Figura 17. Efecto del andamiaje sobre la autoeficacia online ..... 98

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Tipos de andamiajes computacionales.....	51
Tabla 2. Distribución de color y contenidos en las unidades.....	66
Tabla 3. Estadísticos descriptivos covariables.....	82
Tabla 4. Estadísticos descriptivos variables dependientes.....	83
Tabla 5. Normalidad entre tipo de andamiaje y variables dependientes.....	84
Tabla 6. Normalidad entre estilo cognitivo y variables dependientes .....	85
Tabla 7. Resultados correlación de Pearson .....	87
Tabla 8. Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas .....	88
Tabla 9. Estadísticos descriptivos análisis factorial multivariado .....	89

## **Anexos**

Unidad 1 con andamiaje metacognitivo fijo:

<https://view.genial.ly/62c9ecda25b2b100187d559f/interactive-content-unidad-1ca>

Unidad 2 con andamiaje metacognitivo fijo:

<https://view.genial.ly/63263c62ca342f00172b0507/interactive-content-unidad-2ca>

Unidad 3 con andamiaje metacognitivo fijo:

<https://view.genial.ly/63d1c168432819001ab72701/interactive-content-unidad-3ca>

Unidad 4 con andamiaje metacognitivo fijo:

<https://view.genial.ly/63d1c2cf3369f80012b92cc9/interactive-content-unidad-4ca>

Unidad 5 con andamiaje metacognitivo fijo:

<https://view.genial.ly/63d1c380b6bc6000197ae6b0/interactive-content-unidad-5ca>

Unidad 3 con andamiaje metacognitivo desvanecido:

<https://view.genial.ly/643822af6d390c001944d7c2/interactive-content-unidad-3ada>

Unidad 4 con andamiaje metacognitivo desvanecido:

<https://view.genial.ly/6474b74da78bb000189fd80c/interactive-content-unidad-4ada>

Unidad 5 con andamiaje metacognitivo desvanecido:

<https://view.genial.ly/6535c49b76939500114ce79e/interactive-content-unidad-5ada>

Unidad 1 sin andamiaje:

<https://view.genial.ly/641915f037c7740011a4cd56/interactive-content-unidad-1sa>

Unidad 2 sin andamiaje:

<https://view.genial.ly/642fa0147e8b1800181e84ed/interactive-content-unidad-2sa>

Unidad 3 sin andamiaje:

<https://view.genial.ly/646786be7efa7c0012a2bebd/interactive-content-unidad-3sa>

Unidad 4 sin andamiaje:

<https://view.genial.ly/64754a9b00ce5a0013d7dd8e/interactive-content-unidad-4sa>

Unidad 5 sin andamiaje:

<https://view.genial.ly/647f27f6931526001a187c94/interactive-content-unidad-5sa>