



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

ANDAMIAJE DE TIPO METACOGNITIVO PARA EL DESARROLLO DE
HABILIDADES METACOGNITIVAS Y EL LOGRO DE APRENDIZAJE DE LAS
CIENCIAS NATURALES EN ESTUDIANTES BASICA PRIMARIA CON DIFERENTE
ESTILO COGNITIVO EN LA DIMENSIÓN DIC.

Tesis para optar por el título de Maestría

presentado por:

NATHY LISBETH FLOREZ ANDRADE

Dirigida por:

DR. OMAR LÓPEZ VARGAS

Bogotá, D.C. enero de 2018

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

*Esta tesis está dedicada a mis padres que siempre estuvieron apoyándome
en mi formación académica,
a mis mellizos mi motor que impulsa mi
destino y mi esposo que siempre está ahí apoyándome.*

*Esta tesis está dedicada a la educación en TIC que cada día ofrece más retos y sueños que se
construyen cuando queremos brindar bienestar para todos.*

AGRADECIMIENTOS


A la Universidad Pedagógica Nacional por abrirnos las puertas y contribuir en mi proceso de formación.

Al Dr. Omar López y la profesora Linda Leal quien con su paciencia y profesionalismo hicieron posible este proyecto.

Al Colegio Calasanz Femenino de Bogotá que me dio la oportunidad de crecer en todas las esferas de la vida, desarrollar mi trabajo de grado y estudiar.

A mi familia, mis amigas que me han acompañado de corazón.

A mi esposo, que me dio la oportunidad de realizar esta maestría y a la vida por las cosas bellas que me ha dado.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página v de 114	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	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.
Autor(es)	Florez Andrade, Nathy Lisbeth.
Director	Dr. Omar López Vargas
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 144 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	ANDAMIAJE METACOGNITIVO, COMPETENCIAS CIENTÍFICAS, ANDAMIAJE FIJO Y DESVANECIDO, ESTILO COGNITIVO Y LOGRO DE APRENDIZAJE.

2. Descripción
<p>El presente documento corresponde a una tesis de grado de maestría en educación que estudia el efecto de un andamiaje de tipo metacognitivo fijo y desvanecido diseñado para el desarrollo de habilidades metacognitivas del logro del aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de quinto de primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo (DIC). La presente propuesta intenta crear una serie de estrategias desde la metacognición utilizando para ello, los procesos de motivación, planeación, monitoreo mediante activadores metacognitivos (se despliegan aleatoriamente en cada una de las unidades de aprendizaje) y reflexión que componen el ambiente computacional. Este ambiente se diseña bajo el modelo de indagación 5E y tiene elementos de realidad aumentada para potenciar el desarrollo de competencias científicas.</p>

3. Fuentes
<p>Alonso, Catalina, Gallego, Domingo, & Honey, Peter. (1994). Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y Mejora. España.</p> <p>Calcaterra, A., Antonietti, A., & Underwood, J. (2005). Cognitive style, hypermedia navigation and learning. Computers & Education, 44, 441-457. doi: 10.1016/j.compedu.2004.04.007</p>

- Gul, F., & Shehzad, S. (2012). Relationship between metacognition, goal orientation and academic achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1864-1868. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.914
- Kim, K. (2000). Effects of Cognitive Style on Web Search and Navigation. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 531-536.
- Lakkala, M., Muukkonen, H., & Hakkarainen, K. (2005). Patterns of scaffolding in computer-mediated collaborative inquiry. *Mentoring and Tutoring*, 13(2), 281-300. doi: 10.1080/13611260500107457
- Li, D., & Lim, Ch. (2008). Scaffolding online historical inquiry tasks: A case study of two secondary school classrooms. *Science Direct*, 50, 1395-1410. doi: doi:10.1016/j.compedu.2006.12.013
- López, O., Hederich, Ch., & Camargo, A. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-26.
- Molenaar, I., Roda, C., Boxtel, C., & Slegers, P. (2012). Dynamic scaffolding of socially regulated learning in a computer-based learning environment. *Computers & Education*, 59, 515-523. doi: 10.1016/j.compedu.2011.12.006
- Nelson, T., & Narens, L. (1990). Matamemory: a theoretical framework and new findings. *The psychology of learning and motivation*, 26, 125-173.
- Pujol, L. (2008). Búsqueda de información en hipermedios: efecto del estilo de aprendizaje y el uso de estrategias metacognitivas. *Investigación y Postgrado*, 23(2), 45-67.
- Quintana, Ch., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40, 235-244.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive Theories. *Educational Psychology* 7, 351-371.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role the tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Young, A., & Fry, J. (2008). Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 8(2), 1-10.
- Zhang, M., & Quintana, Ch. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58, 181-196. doi: 0.1016/j.compedu.2011.07.016
- Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169. doi: 10.1080/03057267.2013.847261

4. Contenidos

A partir de la propuesta de investigación, el documento se organiza de la siguiente forma: en el Capítulo 1 se realiza una descripción del tema de estudio de la propuesta, el planteamiento del problema, las preguntas de investigación y objetivos a desarrollar. En el Capítulo 2 se presentan los antecedentes y el marco conceptual que fundamentan este trabajo desde la metacognición, las competencias científicas y los andamiajes metacognitivos basados en sistemas computacionales. En el Capítulo 3 se muestra la metodología de investigación, los sujetos de estudio, las variables, métodos e instrumentos de recolección de datos; esta investigación se implementó con estudiantes de grado 5° de primaria, con 3 grupos, a los que se les aplico: grupo 1) con andamiaje computacional, grupo 2) sin andamiaje y el grupo 3) con un andamiaje desvanecido

todos los ambientes acompañados del modelo 5E y de elementos con realidad aumentada. En el Capítulo 4 se describe y se analiza los datos que este trabajo reportó, El tratamiento estadístico de los datos se realizó a través del software Statistical Package for the Social Science (SPSS) V- 2.4. En el capítulo 5 se desarrolla la discusión y para finalizar se realizan las reflexiones finales, además de las conclusiones.

5. Metodología

La investigación se realizó con tres grupos previamente conformados de grado quinto de primaria de un colegio privado de la ciudad de Bogotá, Colombia, y fue de corte cuasi-experimental. La variable independiente de la investigación fue el andamiaje metacognitivo que presentó tres valores: fijo, desvanecido y sin andamiaje. Las variables dependientes del estudio fueron el post-test inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI) y el logro del aprendizaje final. Se establecieron como covariables: la habilidad metacognitiva (pre-test), esta se identificó al inicio del estudio por medio del inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI) y el logro de aprendizaje previo (promedio de notas de ciencias naturales de grado cuarto). Las variables asociadas fueron el estilo cognitivo en la dimensión DIC que tomas tres valores (dependiente, intermedio e independiente de campo)

Los datos de la investigación se analizaron por medio de un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA) que se realizó a través del software Statistical Package for the Social Science (SPSS) 2.4.

La implementación del andamiaje se realizó por medio del software Articulate 3.0. El ambiente computacional contenía cinco unidades de aprendizaje en las cuales los estudiantes encontraron recursos educativos y tareas de aprendizaje que consistieron en desarrollar competencias científicas. El desarrollo del ambiente computacional se realizó de la siguiente manera: el primer grupo accedió al andamiaje metacognitivo de manera fija, el segundo, no utilizó andamiaje metacognitivo y el tercero se enfrentó a un andamiaje desvanecido, es decir, los estudiantes utilizaron el andamiaje fijo las primeras dos unidades y a partir de la tercera unidad tuvieron la posibilidad de utilizarlo cuando lo consideraron conveniente; teniendo la posibilidad de realizar los procesos que quisieran, la planeación, el monitoreo o la reflexión. Al finalizar cada unidad los estudiantes presentaron una evaluación, cuyas notas se promediaron para obtener el logro final del aprendizaje.

6. Conclusiones

Los resultados del estudio evidencian que la implementación de un andamiaje de tipo metacognitivo incluido en un ambiente computacional tiene una alta incidencia sobre los procesos metacognitivos de estudiantes de primaria y en el logro de aprendizaje de las ciencias naturales. El andamiaje de tipo metacognitivo le da la oportunidad al estudiante de hacerse consiente de su proceso de aprendizaje, a través de juicios metacognitivos antes, durante y después de la interacción con cada una de las unidades de aprendizaje e invita a un proceso de reflexión que sin duda favorece el desarrollo de sus habilidades metacognitivas.

El diseño de un ambiente computacional con andamiaje de tipo metacognitivo fijo y desvanecido favorece en los estudiantes la planeación, motivación y el monitoreo de su propio proceso de aprendizaje. También se puede evidenciar que el andamiaje de tipo metacognitivo incluyendo el modelo de indagación 5E y elementos de realidad aumentada tiene un efecto significativo sobre el logro de aprendizaje final, tal como lo reporta (Díaz, 2011). Es posible afirmar que el presente estudio puede contribuir tanto a educadores como investigadores para la realización de estudios relacionados con las estrategias metacognitivas en el desarrollo de competencias en ciencias naturales y el logro de aprendizaje a través de ambientes computacionales. La comprensión de los procesos involucrados en la metacognición puede influir en el desempeño de pruebas estandarizadas relacionadas con competencias en el área de las ciencias.

Elaborado por:	Nathy Florez Andrade
Revisado por:	Dr. Omar López Vargas

Fecha de elaboración del Resumen:	27	01	2018
--	----	----	------

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. Estudio	3
Necesidad de la investigación	3
Propósito de la investigación	6
Preguntas de Investigación	8
Objetivos de la Investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Aspectos metodológicos	9
Alcances y limitaciones de la investigación	10
Alcances	10
Limitaciones	11
CAPÍTULO 2. Antecedentes y Marco Conceptual	12
Estudios sobre los Andamiajes	12
Metacognición en el Aprendizaje	16
Planeación del aprendizaje	19
Monitoreo	19
Evaluación-Reflexión	19
Evaluación de las Habilidades Metacognitivas	19
Percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI)	19
Andamiajes Computacionales	23
Tipos de andamiajes computacionales	25
Activadores Metacognitivos	28
Estilo cognitivo en la dimensión dependencia/independencia de campo (DIC)	29
Logro de Aprendizaje	31
Modelo de Indagación 5E	33
Etapas del Modelo 5E	35
Realidad Aumentada (RA)	36
CAPÍTULO 3. Metodología	38
Diseño de la investigación	38
Población y muestra	40
Instrumentos	41

Adaptación del Inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI)	41
Test de Figuras Enmascaradas para Niños CEFT, de Witkin, Oltman, Raskin y Karp (1982).....	42
Pruebas para determinar el logro de aprendizaje	43
Ambiente Computacional	43
Componentes del Ambiente computacional para las 3 versiones Modelo 5E	45
Etapa 1: Enganche.....	45
Etapa 2. Explorar	45
Etapa 3. Explicar	46
Etapa 4. Elaborar.....	46
Etapa 5. Evaluar	47
Desarrollo del Andamiaje Metacognitivo en el Software	47
Etapa 1: Planeación del aprendizaje.....	48
Etapa 2: Monitoreo	49
Etapa 3. Autoevaluación-Reflexión	50
Procedimiento	51
CAPÍTULO 4. Resultados	54
Condiciones iniciales	54
Habilidades metacognitivas iniciales	54
Logros previos de aprendizaje	55
Relaciones bivariadas entre las habilidades metacognitivas iniciales, logro de aprendizaje previo y estilo cognitivo.....	56
Análisis del efecto del programa.....	59
Las variables dependientes	59
Habilidades metacognitivas (pos-test CP-SRLI)	59
Logro de aprendizaje en el área de ciencias naturales	60
Análisis multivariado (MANCOVA).....	61
Verificación de supuestos	61
Análisis MANCOVA para el desarrollo de las habilidades metacognitivas.....	63
Análisis multivariado (MANCOVA) para el logro del aprendizaje	65
Análisis de la interacción de los estudiantes con Ambiente Computacional	69
Uso del andamiaje fijo y Desvanecido.....	70
Planeación.....	70
Monitoreo.....	73
Reflexión del Andamiaje	75

CAPÍTULO 5. Discusión y Conclusiones	76
Incremento de la capacidad metacognitiva	77
Logro de aprendizaje en Ciencias Naturales	80
Respuestas a las preguntas de investigación	82
Primera pregunta de investigación:	83
Segunda pregunta de investigación:	84
Contribuciones, limitaciones y recomendaciones	85
Contribuciones	85
Limitaciones.....	85
Recomendaciones	86
Referencias	87
Anexos	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Descripción del CP-SRLI	21
Tabla 2 Características Estilos cognitivos Independiente de Campo y Dependiente de Campo	31
Tabla 3 Variables independientes y dependientes del estudio	39
Tabla 4 Variable asociadas y Covariables de estudio	40
Tabla 5 Tamaño de los grupos del estudio.....	40
Tabla 6 Componentes del CP-SRLI con sus categorías y la consistencia interna de Bentler 2009.	41
Tabla 7 Unidades de Aprendizaje en el ambiente computacional.	47
Tabla 8 Tipos de ambiente computacional.	51
Tabla 9 Promedios Obtenidos en el Pre-test.	55
Tabla 10 Logro de aprendizaje previo estadísticos descriptivos.....	55
Tabla 11 Correlaciones entre el instrumento CP-SRLI (pretest), Logro previo y Estilo Cognitivo.....	58
Tabla 12 Estadística descriptiva de cada una de las categorías de CP-SRLI (postest)	60
Tabla 13 Logro de aprendizaje de los estudiantes en las cinco unidades de aprendizaje	61
Tabla 14 Normalidad de las variables dependientes	62
Tabla 15 Prueba de KMO y Bartlett	62
Tabla 16 Prueba de cuadro de igualdad de covarianzas M de Box.....	63
Tabla 17 Resultados del análisis multivariado de covarianza (MANCOVA) en las categorías CP-SRLI .	65
Tabla 18 Resultados del análisis multivariado de covarianza (MANCOVA)	66
Tabla 19 Contraste de Bonferroni para comparar el logro del aprendizaje y el ambiente computacional..	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Flujo de información entre los dos niveles de metacognición - Tomado de: (Sha, 2008).....	18
Figura 2 Procesos de metacognición - Tomado de: (Antonijevic y Chadwick, 2000).....	18
Figura 3 Activadores Metacognitivos.....	29
Figura 4 Modelo de la cebolla de curry (1987).....	29
Figura 5 Etapas del Modelo 5E (Bybee, 1997).....	34
Figura 6 Nombre del Ambiente Computacional.....	44
Figura 7 Menú de Navegación y códigos QR en Layar del Ambiente Computacional.....	44
Figura 8 Enganche en el Ambiente Computacional.....	45
Figura 9 Explorar en el Ambiente Computacional.....	45
Figura 10 Explicar en el Ambiente Computacional.....	46
Figura 11 Evaluar en el Ambiente Computacional.....	47
Figura 12 Elaborar en el Ambiente Computacional.....	46
Figura 13 Etapa 1 del Andamiaje Planeación.....	48
Figura 14 Etapa 2 del Andamiaje Monitoreo.....	49
Figura 15 Etapa 3 del Andamiaje Autoevaluación y Reflexión.....	50

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 Curva de aplicación de andamiajes (Tomado de Intencipa y Gallego, 2015).....	24
Gráfico 2 Histograma de notas en ciencias naturales en el año 2016	56
Gráfico 3 Histograma del logro de aprendizaje general en el ambiente computacional	60
Gráfico 4 Logro del aprendizaje en las modalidades del ambiente computacional	67
Gráfico 5 Logro del aprendizaje según el estilo cognitivo en las modalidades del ambiente computacional	67
Gráfico 6 Logro del aprendizaje según el estilo cognitivo en las modalidades del ambiente computacional	69
Gráfico 7 Metas de aprendizaje en el andamiaje fijo y desvanecido	71
Gráfico 8 Tiempo empleado en el desarrollo de la tarea de aprendizaje según la modalidad del andamiaje	72
Gráfico 9 Items empleado en el desarrollados en la planeación según la modalidad del andamiaje	73
Gráfico 10 Monitoreo según la modalidad del andamiaje	74
Gráfico 11 Activadores metacognitivos en la etapa de monitoreo según la modalidad del andamiaje	75
Gráfico 12 Reflexión del andamiaje (autoevaluación) según la modalidad del andamiaje	75

INTRODUCCIÓN.

“El razonamiento científico ofrece un medio potente para aumentar la capacidad de reflexión, de argumentación y de juicio de los niños. Una formación científica desde la edad más temprana será entonces un potente antídoto a esta llaga que hace lugar a nuestras elites”. Georges Charpak

Recientemente, el avance y la popularidad de las tecnologías de la información han permitido implementar métodos de aprendizaje más efectivos. En el presente trabajo de grado se realiza un estudio sobre el efecto de un andamiaje de tipo metacognitivo en un ambiente computacional sobre la célula, diseñado bajo el modelo de indagación 5E acompañada de elementos de realidad aumentada para desarrollar las habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje de las ciencias naturales en básica primaria con diferente estilo cognitivo en la DIC.

En concordancia con los objetivos, se elabora un análisis que pretende explorar el uso y el potencial de los andamiajes metacognitivos en la enseñanza de las ciencias naturales e indagar acerca de la incidencia de los estilos cognitivos en el logro de aprendizaje de las ciencias naturales, (Cuadrado, Fernández, Monroy, & Montaña, 2013; Lozano & Tijerina, 2013; Martínez, 2012). lo que permite una propuesta innovadora en las prácticas de los docentes y la formulación de nuevas ideas de diseños de clases introduciendo la tecnología en las aulas colombianas, de forma coherente y contextual.

Este documento se desarrolla en cinco capítulos; en el primero, se realiza una descripción del tema de investigación, propósito de estudio, se plantea la problemática a intervenir con sus respectivas preguntas de investigación y los objetivos del estudio.

En el segundo capítulo se presentan los antecedentes y el marco conceptual que fundamentan este trabajo además de las investigaciones realizados desde la metacognición, los

andamiajes metacognitivos basados en sistemas computacionales y estilos cognitivos en la dimensión DIC.

La metodología de este trabajo de grado se enmarca en un enfoque cuantitativo y corresponde a un estudio cuasi-experimental con tres cursos previamente conformados del grado quinto de primaria del colegio Calasanz Femenino de Bogotá-Colombia, en donde interactúan con un ambiente computacional, desde tres versiones (con andamiaje metacognitivo fijo, sin andamiaje y andamiaje metacognitivo desvanecido). En los aspectos metodológicos encontramos la muestra poblacional, las variables del experimento y los instrumentos a desarrollar. Además, dentro del documento se modela el desarrollo tecnológico del ambiente computacional.

Los resultados se organizan de acuerdo con el diseño metodológico planeado y se realiza un análisis MANCOVA para el tratamiento de los datos a través del software Statistical Package for the Social Science (SPSS) 2.4, que mostrará los principales efectos de los andamiajes metacognitivos sobre el logro de aprendizaje en ciencias naturales en estudiantes de básica primaria con diferente estilo cognitivo de las DIC.

Por último, se plantean contribuciones, limitaciones y recomendaciones sobre el uso de los andamiajes metacognitivos en el aula, para este proceso se tienen en cuenta la información y el análisis de los resultados. Sumado a lo anterior, se realizan las conclusiones acordes al desarrollo de los resultados y se presentan las fuentes bibliográficas abordadas en el trabajo de grado.

CAPÍTULO 1. Estudio.

Necesidad de la investigación.

En la actualidad los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en básica primaria presentan un déficit en el uso de habilidades metacognitivas y de autorregulación del aprendizaje, lo que produce un desempeño bajo en las ciencias naturales; probablemente, esta situación dificulta el desarrollo de competencias científicas, hecho que posiblemente puede estar asociado con un bajo logro de aprendizajes (Brach, 2001; Dufresne, Mestre, Hart, & Rath, 2002). Lo anterior, involucra el bajo interés por la ciencia, la poca comprensión de conceptos científicos básicos, los bajos procesos de experimentación relacionada con la actividad científica y la poca relación de los conceptos científicos con el desarrollo de la sociedad y la tecnología.

Desde este escenario y con el fin de favorecer el desarrollo de las habilidades metacognitivas asociadas al logro de aprendizaje de las ciencias naturales Molenaar y Slegers (2010) proponen el uso de andamiajes metacognitivos, los cuales tienen como función gestionar y regular los procesos metacognitivos. Este tipo de andamiaje le permite al sujeto generar procesos de motivación, plantearse metas de aprendizaje consecuente con los intereses y el tiempo disponible, del mismo modo le ayuda a supervisar el avance frente a la meta propuesta y a reflexionar sobre los resultados obtenidos, en busca de reorientar las estrategias que han resultado poco exitosas en la consecución de los logros de aprendizaje deseados.

Por otra parte, numerosos educadores han afirmado que la tecnología sola, no puede apoyar el proceso de aprendizaje por completo; En contraste, Jonassen, Carr, & Yueh, 1998, proponen que las estrategias de aprendizaje eficaces complementadas con la tecnología

informática apropiada pueden mejorar en gran medida el proceso del aprendizaje (Chu, Hwang, & Tsai, 2010; Jonassen et al., 1998; Jonassen, 1999, Hwang, Tsai, Chu, Kinshuk y Chen, 2000), es decir, que el modelo pedagógico de aprendizaje basado en la indagación articulado con la tecnología permitirá en los estudiantes no sólo desarrollar un nivel de pensamiento más profundo al encontrar situaciones de aprendizaje, sino también aprender a implementar procesos de aprendizaje propios del estudiante (Price, 2001).

En consecuencia, estudios previos apuntan a que las estrategias de aprendizaje basadas en los procesos metacognitivos y estilos cognitivos en la DIC complementadas por la tecnología pueden aumentar la motivación del aprendizaje y desarrollar procesos de pensamiento en ciencias (Shih, Chuang, & Hwang, 2010, Soloway y Wallace, 1997).

Desde este punto de vista, se hace necesario que el estudiante desarrolle habilidades metacognitivas que le permitan planificar, monitorear, evaluar y regular las estrategias para el desarrollo de las tareas de aprendizaje. En este sentido, los estudios han propuesto diferentes tipos de andamiajes que pueden ser de gran utilidad para favorecer el desarrollo de habilidades metacognitivas y de esta forma apoyar a los aprendices en el aprendizaje de las ciencias naturales (Acevedo, 2005; Molenaar et al., 2010; Zhang & Quintana, 2012).

Respecto del estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo (DIC), las investigaciones han determinado que los sujetos denominados dependientes de campo, tienden a usar estrategias globales, por cuanto se espera que estos sujetos se desenvuelven de manera eficaz en ambientes computacionales de tipo lineal, mientras que los independientes de campo tienden a usar estrategias analíticas, es decir que poseen habilidades como ser reflexivo, analítico, crítico y creativo, explícitas en el objetivo de formación de los estudiantes. (Angarita, et. al 2014).

Por otra parte, el ambiente computacional de este estudio se centra en el concepto de la célula mediante cinco unidades de aprendizaje, ya que este tema es una de las bases en el estudio de biología (Gil, 1983). Mediante el conocimiento de su historia, estructura y funciones, los estudiantes pueden comprender cómo está constituido su cuerpo, cómo funciona, cómo se forman sus tejidos, órganos, sistemas, cómo envejecen y qué procesos fallan en caso de enfermedades; en esta medida, los estudiantes pueden hacer reflexiones sobre su cuidado y sobre la conservación de los demás seres vivos.

Aprovechando las ventajas de la metacognición y el estilo cognitivo esta investigación propone: El diseño de un ambiente computacional basado en el modelo pedagógico de indagación 5E que contiene elementos de realidad aumentada y un andamiaje metacognitivo fijo y desvanecido, sobre el tema de la célula, para evaluar el efecto en el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de básica primaria, respetando sus diferencias individuales de acuerdo con sus estilo cognitivo en la dimensión DIC.

Propósito de la investigación.

El propósito de la presente investigación es diseñar un ambiente computacional basado en el modelo pedagógico de indagación 5E que contenga elementos de realidad aumentada y un andamiaje metacognitivo fijo y desvanecido, sobre el tema de la célula, para evaluar el efecto en el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de básica primaria de diferente estilo cognitivo en la DIC.

En Colombia, se establece la formación científica básica como fines de la educación; para alcanzar dichos fines, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004) plantea lineamientos curriculares y estándares basados en competencias en ciencias, con el fin de generar el desarrollo de una cultura científica en la educación en Colombia (Ley 115, 1994, art. 9, 13).

Sin embargo, en la actualidad los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en básica primaria presentan un déficit en el uso de habilidades metacognitivas y de autorregulación del aprendizaje, lo que produce un desempeño bajo en las ciencias naturales; probablemente, esta situación dificulta el desarrollo de competencias científicas, hecho que posiblemente puede estar asociado con un bajo logro de aprendizajes (Brach, 2001; Dufresne, Mestre, Hart, & Rath, 2002). Lo anterior, involucra el bajo interés por la ciencia, la poca comprensión de conceptos científicos básicos, los bajos procesos de experimentación relacionada con la actividad científica y la poca relación de los conceptos científicos con el desarrollo de la sociedad y la tecnología.

Desde esta perspectiva y con el fin de favorecer el desarrollo de estrategias metacognitivas Molenaar y Slegers (2010) proponen el uso de andamiajes metacognitivos, los cuales tienen como función gestionar y regular los procesos cognitivos. Este tipo de andamiaje le

permite al sujeto plantear metas de aprendizaje consecuente con los intereses y el tiempo disponible, del mismo modo le ayuda a supervisar el avance frente a la meta propuesta y a reflexionar sobre los resultados obtenidos, en busca de reorientar las estrategias que han resultado poco exitosas en la consecución de los logros de aprendizaje deseados.

Sumado a lo anterior, el conocimiento de la célula es uno de los aprendizajes en donde los estudiantes tienen mayores dificultades, siendo este la base de los procesos biológicos. Por lo que hace necesario, que se aborden estrategias adecuadas en la enseñanza del concepto de célula para que el estudiante logren aprendizajes. Las dificultades de comprensión y de interpretación de ese conocimiento, se han puesto de manifiesto en diversos artículos que abordan las representaciones de los estudiantes en las ciencias, así como, en planteamientos relativos con su aprendizaje. En la mayoría de las investigaciones se ha encontrado que “la célula” es un obstáculo epistemológico y de contenido para los estudiantes; sin embargo, existen pocas investigaciones sobre esto, además, son relativamente recientes (Rodríguez y Moreira, 1999).

Con respecto de los estilos cognitivos, las investigaciones muestran que los estudiantes con un estilo activo y pragmático presentan bajos logros de aprendizaje, poseen pocas habilidades metacognitivas y desvían su atención del objetivo central de aprendizaje (Cuadrado et al., 2013; Lozano & Tijerina, 2013; Martínez, 2012; Pujol, 2008). Los aspectos antes mencionados plantean la necesidad de apoyar a este tipo de estudiantes con estrategias estructuradas de aprendizaje, para mejorar de esta forma, probablemente, sus habilidades metacognitivas en la construcción de conocimiento.

Los estudiantes con estilo cognitivo de independencia de campo tienen éxito en el logro de sus objetivos académicos, puesto que su estilo los lleva al uso de estrategias autorreguladoras en su aprendizaje. Probablemente estos estudiantes tienen más control sobre sus propios procesos

cognitivos, en términos de su procesamiento de la información, de su orientación interna para el logro de objetivos, de su autonomía para la realización de tareas y de su capacidad de motivación intrínseca (Fritz, 1994; Lyons-Lawrence, 1994; Reiff, 1996). Como se verá más adelante, estas características se han asociado al uso de estrategias de aprendizaje autorregulado.

Por su parte, los sujetos dependientes de campo (DC) son más sensibles a las señales externas y tienden a tomar la información tal y como se les presenta. Es decir, prefieren información estructurada externamente y atienden a aspectos globales de la misma. Estas tendencias dificultan aquellas tareas intelectuales que exigen aislar elementos de una totalidad perceptiva y/o simbólica o en las que se requieren habilidades de reestructuración, (Witkin y Goodenough, 1977a; Witkin et al., 1979; Chinien y Boutin, 1992, 1993; Liu y Reed, 1994; Lyons-Lawrence, 1994; Riding y Cheema, 1991).

Preguntas de Investigación.

Conforme a la problemática descrita anteriormente, este estudio plantea las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Existen diferencias significativas sobre el logro de aprendizaje entre estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC en un ambiente computacional que incorpora un andamiaje fijo y desvanecido?
2. ¿Qué efecto tiene un andamiaje metacognitivo implementado en un ambiente computacional bajo el modelo de indagación 5E y que contiene elementos de realidad aumentada, sobre la capacidad metacognitiva en estudiantes de básica primaria con diferente estilo de cognitivo en la dimensión DIC?

Objetivos de la Investigación.

Objetivo General

Analizar el efecto de un andamiaje metacognitivo en un ambiente computacional diseñado bajo el modelo de indagación 5E, sobre el logro de aprendizaje de las Ciencias naturales y habilidades metacognitivas en estudiantes de quinto de primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC.

Objetivos Específicos

- i. Diseñar y validar un andamiaje metacognitivo para el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de básica primaria.
- ii. Identificar las características de los procesos metacognitivos de estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando interactúan con un andamiaje de tipo metacognitivo fijo y desvanecido en un Ambiente computacional.
- iii. Evaluar el efecto que tiene la implementación de un andamiaje metacognitivo, con dos versiones, fijo y desvanecido, sobre el logro de aprendizaje de competencias científicas en estudiantes quinto de primaria.

Aspectos metodológicos

La investigación fue cuasi-experimental con tres grupos previamente conformados de grado quinto de primaria del colegio Calasanz femenino de Bogotá. Como variable independiente del estudio se tomó el andamiaje metacognitivo para desarrollar habilidades

metacognitivas con tres valores: fijo, sin andamiaje y desvanecido. Las variables dependientes del estudio fueron logro de aprendizaje de competencias científicas y un post-test el Inventario percepción de los niños sobre Habilidades Metacognitivas (CP-SRLI) Sabrina Vandeveld, Hilde Van Keer, Yves Rosseel 2013.

Como covariable se tomaron los resultados del CP-SRLI (pre-test), el cual se aplicó antes de comenzar el estudio y el logro de aprendizaje previo que correspondió a la nota final de ciencias naturales de grado cuarto. Las variables asociadas fueron el estilo cognitivo en la dimensión DIC con tres valores (dependiente, intermedio e independiente de campo). Los datos de la investigación se analizaron por medio de un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA).

Alcances y limitaciones de la investigación

Alcances

Esta investigación evaluó el efecto que ejerce un andamiaje metacognitivo con tres versiones, fijo, sin andamiaje y desvanecido, sobre el logro del aprendizaje en estudiantes de básica primaria con diferente estilo cognitivo DIC. Los resultados muestran que el andamiaje favorece el logro del aprendizaje competencias científicas.

Este estudio se constituye en un aporte para la comunidad de TIC aplicadas a la educación en la medida en que cumple con el propósito de reflexionar sobre mecanismos que garanticen de alguna manera que los estudiantes consultan fuentes confiables de información y, más allá, aseguren que el aprendiz lee, interpreta y sintetiza los contenidos que responden a su tarea de aprendizaje.

Limitaciones

El estudio presentó tres limitaciones importantes que deben mencionarse para ayudar a interpretar los resultados:

La primera se relaciona con la metodología cuasi-experimental empleada, pues el estudio trabajo con tres grupos naturales de un colegio privado de la ciudad de Bogotá. Por esta razón, los resultados no pueden generalizarse. Pero, teniendo en cuenta que el andamiaje se puede utilizar en otros dominios del conocimiento, se plantea la posibilidad de explorar en otros estudios la efectividad de esta herramienta computacional.

La segunda se refiere al instrumento utilizado para determinar la percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado conocido como CP-SRLI. Este es un cuestionario de auto-reporte que presenta las percepciones de los estudiantes que esperaríamos que fueran las reales, pero es de suponer que los sujetos tienden a dar respuestas en términos de cómo debería ser, o de lo que otros piensan de ellos.

La tercera corresponde al ambiente computacional y los activadores metacognitivos realizados ya que no se pudo conocer con cuanta frecuencia salían estos activadores en el ambiente computacional ni cuantas veces se repetían estos mismos.

CAPÍTULO 2. Antecedentes y Marco Conceptual.

Estudios sobre los Andamiajes

El uso de Andamiajes basados en el computador es cada vez más investigado para profundizar en el campo de la educación que permitan obtener el máximo beneficio de las tecnologías de la información en espacios de aprendizaje. Diversos estudios han permitido establecer su efectividad en el logro de aprendizaje por parte de los estudiantes.

Moos y Azevedo (2008) realizaron un estudio llamado *“Monitoreo, planeación y autoeficacia durante el aprendizaje con hipermedia: El impacto de andamiajes conceptuales”*.

El objetivo de este estudio fue examinar el impacto de andamiajes conceptuales sobre la autoeficacia, y los procesos de planeación y monitoreo durante el aprendizaje en un ambiente hipermedia (Ericsson, 2006; Ericsson & Simón, 1994).

Los resultados de este estudio permitieron concluir que los estudiantes en ambos casos disminuyen el uso de procesos de monitoreo a medida que avanzan a través de la tarea de aprendizaje, esto significa que los estudiantes pueden necesitar ayuda en el proceso de su aprendizaje, sin embargo que los estudiantes disminuyeran el uso de procesos de monitoreo no implicó la disminución en el uso de estrategias de aprendizaje, las cuales fueron usadas con mayor frecuencia en el grupo de participantes que recibieron andamiajes; situación que se repitió con los procesos relacionados con la planeación, es decir, aquellos estudiantes que recibieron andamiajes, utilizaron en promedio, más procesos relacionados con la planeación durante la tarea de aprendizaje.

Zydney (2010) realizó un estudio titulado *“los efectos de múltiples herramientas de andamiajes en los estudiantes en la comprensión, la consideración de diferentes perspectivas y*

los conceptos erróneos de un problema complejo”. El objetivo fue investigar la efectividad de las herramientas de andamiaje para ayudar a los estudiantes a comprender problemas complejos. El estudio concluyó que cuando los estudiantes reciben múltiples andamiajes aprenden a usar diversas herramientas para mejorar su comprensión sobre los problemas y así mismo para su solución; en este mismo sentido recomendó profundizar la investigación relacionada con el uso de la teoría de la flexibilización cognitiva, por sus siglas en inglés (CFT), y en el diseño de andamiajes para el trabajo con estudiantes, pues en su investigación encontró que el uso de un diseño CFT resultó efectivo en la comprensión de problemas complejos por parte de los estudiantes.

En la misma línea de investigación Molenaar, van Boxtel, y Sleegers (2010) desarrollaron un estudio llamado *“Los efectos de andamiajes metacognitivos en las actividades de grupos pequeños”* con el cual pretendieron determinar el efecto de andamiajes metacognitivos y las diferentes formas de andamiajes en las actividades metacognitivas de grupos pequeños de trabajo. Los resultados de sus investigaciones mostraron que los andamiajes pueden tener un efecto significativo en las actividades metacognitivas de los estudiantes.

Los andamiajes lograron efectos significativos en el desarrollo de las tareas propuestas, las triadas continuaron mostrando más actividades metacognitivas luego que los andamiajes fueron retirados. Finalmente, no se encontraron diferencias significativas entre las dos formas de andamiaje, las triadas que recibieron andamiajes problematizadores no mostraron mayores actividades metacognitivas comparadas con las triadas que recibieron andamiajes estructurales.

Molenaar, Roda, van Boxtel, y Sleegers, (2012) desarrollaron un estudio titulado *“andamiajes dinámicos en aprendizaje socialmente regulado en un ambiente de aprendizaje basado en el computador”* que tuvo por objetivo explorar los efectos de andamiajes dinámicos

con un sistema de gestión de la atención en el rendimiento de diadas, su percepción del entorno de aprendizaje y la adquisición de conocimiento de los estudiantes. Los investigadores indicaron que las percepciones de los estudiantes sobre el medio de aprendizaje impulsan su motivación y, en consecuencia, su inversión en actividades cognitivas y metacognitivas, por lo tanto, decidieron evaluar esta percepción y cómo cambia durante el aprendizaje.

Su objetivo fue apoyar a los estudiantes de manera virtual con expertos. Los expertos ofrecían a los estudiantes información sobre el conocimiento que tienen de su país, estas contribuciones de los expertos eran editadas por el editor (humano) de “Ontdeknet”, para los propósitos del estudio, el sistema fue mejorado con andamiajes dinámicos.

De otro lado Huang, Wu, y Chen (2012) realizaron un estudio llamado *“los efectos de andamiajes procedimentales en “papel-mas-Smartphone” en un contexto de aprendizaje colaborativo”* con el propósito de evaluar la efectividad de un andamiaje procedimental en un grupo de estudiantes para fomentar los niveles discursivos grupales en un “papel-mas-Smartphone”. Los andamiajes procedimentales integraron textos escritos en papel y Smartphone, se desarrollaron diferentes materiales de aprendizaje como textos de papel que incluían códigos QR y recursos digitales prediseñados.

Raes, Schellens, De Wever, y Vanderhoven (2012) realizaron un estudio llamado *“andamiajes para la solución de problemas de investigación en aprendizaje colaborativo en la web”*. Estos autores investigaron el impacto de diferentes modos de andamiajes en estudiantes de ciencias a través de proyectos de investigación basados en la web. Los resultados de este estudio permitieron concluir que, aunque ya se reconoce la necesidad de los andamiajes durante el aprendizaje basado en la web, es necesario que se ofrezca una visión más clara sobre como fomentar la búsqueda de información y el desarrollo de habilidades para solucionar problemas,

así mismo los resultados indicaron que el aprendizaje con apoyo de andamiajes contribuye a mejorar el dominio del conocimiento y la conciencia metacognitiva.

Intencipa y Gallego (2015) realizaron un estudio denominado efecto de un andamiaje de tipo metacognitivo en un ambiente basado en la web sobre la comprensión lectora y el logro de aprendizaje en ciencias naturales, El diseño del Ambiente Basado en la WEB con andamiaje de tipo metacognitivo favorece en los estudiantes el monitoreo y control de su propio proceso de aprendizaje.

Chen y Law (2016) realizaron un estudio llamado *“Andamiajes individuales y aprendizaje colaborativo basado en juegos para mejorar el rendimiento y la motivación intrínseca”* que tuvo por objetivo explorar las relaciones entre los andamiajes estáticos y dinámicos, la motivación y el rendimiento académico en un entorno de aprendizaje basado en juegos. Se inició el estudio con la hipótesis que los andamiajes estáticos propiciarían conflictos sociocognitivos, lo que podría llevar a procesos de argumentación a los estudiantes; otra hipótesis fue que los andamiajes podían aumentar aprendizajes de un dominio específico del conocimiento y finalmente que la interacción entre andamiajes estáticos y dinámicos podían guiar a los estudiantes en el trabajo colaborativo.

Huertas (2016) realizó una investigación sobre *“el efecto de un andamiaje metacognitivo para el uso, manejo y búsqueda de información sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro del aprendizaje en el área de la química”* La tesis doctoral estudia el efecto diferencial que ejerce un andamiaje metacognitivo para la búsqueda de información en la Web, sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro del aprendizaje en estudiantes de secundaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo (DIC) y de aprendizaje en la dimensión propuesta por Honey y Alonso conocida como

CHAEA. En el estudio participaron 104 estudiantes del colegio Elisa Borrero de Pastrana de la ciudad de Bogotá, Colombia.

Metacognición en el Aprendizaje

En los últimos años, varios autores han abordado el tema de la metacognición como objeto de estudio, por referirse al control consciente de la actividad cognitiva (Cera, Mancini, & Antonietti, 2013; Dawson, 2008; Joseph, 2010; Ku & Ho, 2010; Lajoie, 2008; Mango, 2010; Pintrich, 2010; Zabel, 2005; Zohar & Barzilai, 2013). Para algunos investigadores, el concepto metacognición tiene sus orígenes en la corriente de Piaget y Vygotsky (Braten, 1991; Fisher, 1998; Fox & Riconscente, 2008; Johnson, 2002).

Del mismo modo, Tulving y Madigan (1970) realizan un estudio sobre la metamemoria, concluyendo que los sujetos tienen conocimientos y creencias acerca de sus procesos de memoria, es decir, los individuos tienen la capacidad de verificar sus propios procesos memorísticos, lo anterior llevado a la metacognición podría referirse a un monitoreo de los procesos cognitivos.

Por lo tanto, Flavell (1976) define la metacognición como *“el conocimiento que una persona tiene acerca de su propio proceso cognitivo y del control que ejerce sobre este”*. Otra visión complementaria es la de Brown cuando indica que la metacognición tiene otro componente que denominó *“la regulación de la cognición”*, la cual se refiere a las actividades metacognitivas que utilizan los sujetos para controlar los procesos aprendizaje. Esta característica permite que el individuo se cuestione sobre el desarrollo de las tareas, emita juicios sobre los resultados obtenidos y modifique los aspectos que considere necesarios para mejorar las tareas de aprendizaje (Brown, 1987).

Por otra partes y acuerdo con Huertas 2016 que cita a Boekaerts, Pintrich y Zeidner, la metacognición es la conciencia de los aprendices sobre sus fortalezas y debilidades académicas, los recursos cognitivos utilizados en las tareas de aprendizaje y su conocimiento sobre la forma de regular su desempeño en las tareas para optimizar los procesos y resultados en el aprendizaje (Boekaerts, Pintrich, & Zeidner, 2000).

Asimismo, Huertas 2016 citando a Nelson y Narens (1990) proponen un modelo metacognitivo que organiza e integra la metacognición (Perfect & Schwarth, 2004). El modelo se centra en dos procesos metacognitivos: el monitoreo y el control (Flavell, 1979; Hrbáčková, Hladík, & Vávrová, 2012; Metcalfe, 2009; Moos & Azevedo, 2008). El monitoreo le permite al individuo identificar y caracterizar sus procesos cognitivos; el control permite tomar acciones para mejorar los desempeños de las funciones cognitivas, de acuerdo con la información suministrada por el monitoreo (Nelson & Narens, 1990).

El modelo de metacognición propuesto por Nelson y Narens (1990) explica los procesos que se dan en la memoria y se basa en tres principios: el primero considera que los procesos cognitivos están divididos en dos niveles interrelacionados llamados el objeto-nivel y el meta-nivel; el segundo establece que el meta-nivel contiene un modelo dinámico del objeto-nivel; y el tercero identifica las relaciones en términos de flujos de información entre los dos niveles, estas relaciones se denominan control (permite el flujo de información desde el meta-nivel al objeto-nivel) y monitoreo (permite el flujo de información desde el objeto-nivel hasta el meta-nivel) (Nelson & Narens, 1990).

Según Huertas citando a Nelson y Narens (1990), el monitoreo y control son los procesos principales de la metacognición, pues permiten identificar las debilidades en el desarrollo de tareas de aprendizaje y cambiar las estrategias con el fin de garantizar los resultados esperados.

Esto se logra por el flujo de información entre el objeto-nivel y el meta-nivel. El monitoreo informa al meta-nivel sobre las estrategias implementadas en el desarrollo de una tarea de aprendizaje y cómo estas aportan a la comprensión y al análisis de una temática en particular. El meta-nivel se convierte en el nivel deseado de conocimiento, en el que se evalúa el estado deseado con respecto del estado real de aprendizaje, en función de las estrategias de aprendizaje implementadas; y si las estrategias implementadas no permiten alcanzar este nivel, por medio del control se ajustan basadas en los resultados obtenidos hasta el momento.

Nelson y Narens (1990) plantean de esta manera, el control y el monitoreo como una actividad que realizan una evaluación constante del aprendizaje, que proveerá información sobre el avance de este con el fin de ajustar las estrategias a los requerimientos que presenten los sujetos.



Figura 1 Flujo de información entre los dos niveles de metacognición - Tomado de: (Sha, 2008)

Procesos de la metacognición: planeación, Monitoreo y Evaluación

En esta investigación se tomarán los estudios de Antonijevic y Chadwick que entre los años 1981 y 1982 definieron las tres funciones de la metacognición estas son; Planificación o planeación del aprendizaje, Supervisión o monitoreo y evaluación del éxito.



Figura 2 Procesos de metacognición - Tomado de: (Antonijevic y Chadwick, 2000)

Planeación del aprendizaje:

En esta etapa el estudiante debe conocer sobre la naturaleza del tema a leer, debe estar consciente de sus fortaleza y dominio del tema y por último el alumno debe establecer objetivos a corto plazo que el realizará durante el aprendizaje además de analizar y establecer estrategias que utilizará en el transcurso del aprendizaje.

Monitoreo:

En esta etapa el estudiante es el principal actor de su propio aprendizaje gracias a que debe monitorear cada paso dado, esto logrará que el estudiante sea consciente de su proceso además de regularlo y analizar si las estrategias son válidas y cumplen con los objetivos planteados, lo importante en este punto es que el alumno debe estar preguntándose constantemente sobre como realiza su aprendizaje y, por último.

Evaluación-Reflexión:

En esta etapa el estudiante evaluará el éxito, o no, de su proceso de aprendizaje y la aplicación de las diferentes estrategias implementadas para tal fin, es decir, que es consciente de cómo, cuanto tiempo y cuanto aprendió y que tipo de problemas tiene durante el proceso de aprendizaje. (Díaz, 2011).

Evaluación de las Habilidades Metacognitivas.**Percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI)**

El inventario SRL recibe una definición a menudo citada que es la de Zimmerman (1990) que describe a los estudiantes como autorreguladores de su aprendizaje mediante estrategias que

son metacognitivas, de monitoreo y motivacionales, teniendo en cuenta que son participantes activos en su propio aprendizaje.

Desde un punto de vista más cognoscitivo, Winne (1996) toma el SRL como un comportamiento gobernado metacognitivamente, en el que los estudiantes regulan de forma adaptativa su uso de tácticas cognitivas y estrategias en Tareas. Boekaerts (1999) también incorpora un componente afectivo describiendo SRL como una serie de procesos cognitivos relacionados recíprocamente y procesos afectivos que operan juntos en diferentes componentes del sistema de procesamiento de la información.

Pintrich describe SRL como *"un proceso activo y constructivo mediante el cual los alumnos establecen objetivos para su aprendizaje y luego intenta monitorear, regular y controlar su cognición, motivación y comportamiento, guiados y limitados por sus objetivos y las características contextuales en el medio ambiente"* (Pintrich, 2000, p.453).

Los componentes de SRL se encuentran en términos de actividades metacognitivas, autorregulación plan de aprendizaje, establecer metas, organizar, autocontrol y autoevaluación en varios puntos durante el proceso de aprendizaje (Boekaerts, 1999; Pintrich, 2004; Zimmerman, 1990) El proceso cognitivo componente interactivo se refiere a diversas estrategias y tácticas de aprendizaje los estudiantes seleccionan y aplican (Azevedo & Cromley, 2004; Boekaerts, 1999; Hadwin, Wozney y Pontin, 2005; Pintrich, 2004; Winne, 2001) y cómo seleccionan, estructuran y crean ambientes optimizando el aprendizaje (Perry y otros, 2004; Zimmerman, 1990).

Componentes relacionados CP-SRLI	Descripción
Orientación de tareas	<ul style="list-style-type: none"> • Analizando las demandas de tareas • Activación previa (contenido /metacognitivo) conocimiento • Percepciones de la tarea (tarea, dificultad, interés)

Planeación	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación estratégica • Planificación del tiempo
Motivación	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación externa • Regulación introyectada • Regulación identificada • Motivación intrínseca • Autoeficacia para autorregularse • aprendizaje • Juicios de capacidad para regular el aprendizaje y motivación
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia y monitoreo de cognición, motivación, Comportamiento y contexto / esfuerzo
Estrategias de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de ensayo • Estrategias de elaboración • Estrategias organizacionales
Estrategias motivacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Auto-refuerzo • Conversación positiva • Mejora de intereses • Persistencia • Persistencia • Concentración
Autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del aprendizaje resultados • Evaluación del aprendizaje proceso • Reacciones afectivas

Tabla 1 Descripción del CP-SRLI

Numerosos estudios han indicado que SRL conduce al éxito en y más allá de la escuela (Artelt, Baumert, McElvany, y Peschar, 2003; Pintrich, 2004; Schunk, 2005; Winne, 2005; Zimmerman, 2002), SRL se ha convertido en un objetivo educativo importante (Boekaerts, 1999). Hasta hace poco, la visión dominante era que los niños pequeños (es decir, niños de edad preescolar y primaria) no pueden medir la complejidad del aprendizaje autorregulado en la escuela primaria(Paris y Newman, 1990; Schunk, 2001; Zimmerman, 2001) y que habilidades importantes de autorregulación, como habilidades metacognitivas, solo surgen a la edad de 8-10 años, y se expanden durante los años posteriores (Alexander, Carr, y Schwanenflugel, 1995; Veenman, van Hout-Wolters, y Afflerbach, 2006)

Dados estos hallazgos recientes, se puede suponer que SRL se desarrolla durante el preescolar o los primeros años escolares en un nivel básico, y se vuelve más sofisticado y

orientado académicamente los niños continúan sus años de escuela primaria (Bronson, 2000; Dignath y Büttner, 2008; Veenman y otros, 2006; Zimmerman, 2001) Aunque SRL se considera una habilidad altamente preferible, un gran número de alumnos encuentran dificultades para regular su aprendizaje (p. ej., Perry et al., 2004; Pintrich, 2004; Winne, 2005; Zimmerhombre, 2002) y el grado de eficiencia en el uso de autorregulación las estrategias varían ampliamente entre los estudiantes (Annevirta y Vauras, 2006; Hong y Peng, 2008; Veenman et al., 2006).

Aunque se concibe que los niños en la mayoría de los casos, no regulan espontánea o efectivamente su aprendizaje (Boekaerts, 1997; Schneider, 2008; Schunk, 2001), investigaciones indican que SRL puede ser fomentada para brindar oportunidades para controlar su aprendizaje propio (Dignath y Büttner, 2008; París y París, 2001; Perels, Gürtler y Schmitz, 2005; Schneider, 2008; Stoeger y Ziegler, 2008; Zimmerman, 2002)

Estos hallazgos subrayan la importancia de promover de manera efectiva el SRL en la educación primaria (Dignath y Büttner, 2008; Sidra de pera et al., 2004; Postholm, 2010; Stoeger y Ziegler, 2011) y de esta manera de prevenir que los niños desarrollen problemas hábitos y creencias de aprendizaje ineficaces (Dignath y Büttner, 2008; Perry y otros, 2004). Además, la adolescencia temprana representa un momento crítico para el establecimiento de un buen método de estudio que necesitarán cuando se enfrenten a los más complejos requisitos de estudio que los estudiantes cumplirán en los años siguientes (Meneghetti, De Beni, y Cornoldi, 2007).

De acuerdo con esto, el presente estudio se centra en la educación primaria más específicamente en quinto, ya que a esta edad los niños acercándose a la transición de la escuela secundaria. Con el fin de fomentar SRL en la escuela primaria, sin embargo, es importante para obtener primero una mayor comprensión de las estrategias de aprendizaje autorregulado en niños de escuela primaria y en cómo perciben sus esfuerzos para regular su aprendizaje.

Andamiajes Computacionales

El concepto de andamiaje surge a partir de los planteamientos de Wood, Bruner y Ross (1976) y se refiere al apoyo social que se le brinda al estudiante durante el desarrollo de una tarea de aprendizaje. En este campo de investigación se han propuesto varias clasificaciones respecto de los tipos de andamiajes implementados en diferentes ambientes hipermediales (López, & Hederich, 2010) Algunos estudios sugieren que los andamiajes fijos pueden favorecer el desempeño de los estudiantes en el desarrollo de las tareas de aprendizaje; mientras, que los que los andamiajes que se desvanecen podrían no contribuir, de forma eficiente con este propósito. (Christof, Wecker, Ingo, Kollar, & Frank, 2010).

En contraposición a estos hallazgos, otros estudios han mostrado todo lo contrario, es decir, que los andamiajes fijos no favorecen de forma óptima el desarrollo de procesos cognitivos y que los que se desvanecen contribuyen de forma significativa al fortalecimiento del proceso de aprendizaje. Por lo anterior, se hace necesario estudiar con más profundidad el logro del aprendizaje de los estudiantes cuando interactúan con estas dos modalidades de andamiajes. (Alexander & Robert, 2003).

Algunas investigaciones proponen el uso de andamiajes metacognitivos, los cuales se caracterizan por gestionar y regular los procesos cognitivos. De este modo, este tipo de andamiaje le permite al sujeto plantear metas de aprendizaje de acuerdo con sus intereses y tiempo, le ayuda a supervisar el avance de la meta propuesta y reflexionar sobre los resultados obtenidos, con el fin de ajustar las estrategias que no han sido efectivas en la consecución de los logros de aprendizaje deseados. (Quintana, Zhang, & Krajcik, 2005; Molennar, Carla, & Slegers 2010).

Según Hill y Hannafin (2001), los andamiajes metacognitivos pueden motivar a los estudiantes a aprender tareas difíciles, particularmente en un ambiente de aprendizaje basado en computadora. Además, (Reingold, Rimor y Kalay, 2008) han afirmado que andamiajes metacognitivos apoyan el proceso de aprendizaje, guiando a los estudiantes durante el proceso y proponiéndoles estrategias para resolver problemas. Este tipo de andamiajes sugiere a los estudiantes a planificar, evaluar el progreso de aprendizaje y determinar sus necesidades. Por otra parte, los andamiajes metacognitivos también permiten que los estudiantes reflexionen sobre las metas de aprendizaje con el fin de manipular el problema a mano.

Durante el proceso de aprendizaje el uso de andamiajes metacognitivos permite a los estudiantes generar un mejor medio ambiente, a través de la buena orientación de expertos. Hay un creciente cuerpo de trabajos académicos en integración de andamiaje metacognitivo a través de software basado en actividades que estimulan el aprendizaje en diferentes áreas de conocimiento.

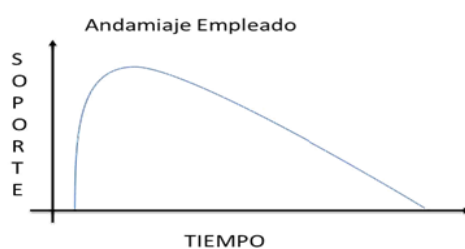


Gráfico 1 Curva de aplicación de andamiajes (Tomado de Intencipa y Gallego, 2015)

Según Azevedo (2008) los estudiantes que se enfrentan a los andamiajes metacognitivos en un ambiente de aprendizaje basado en un ordenador pueden motivar a los estudiantes al desarrollo de tareas con dificultad alta, ya que para que ellos realizar tareas requiere conocimientos y habilidades técnicas que pueden ser evaluadas en el transcurso del proceso de aprendizaje.

De hecho, también el andamiaje metacognitivo ha proporcionado oportunidades para que los estudiantes reflexionen explícitamente sobre la calidad de la planificación de su aprendizaje y cómo ejecutan sus propias estrategias de aprendizaje. Según (Bannert 1980, Hildebrand, 1999 y Mengelkamp 1990), el andamiaje metacognitivo tiene la intención de incrementar en los estudiantes la reflexividad de lo que aprenden, es decir cómo pensarse su proceso de aprendizaje. Con la ayuda de las estrategias los estudiantes podrían activar su propia heurística aprendizaje. Además, que las estrategias metacognitivas apoyan la toma de conciencia de los estudiantes de su propio desarrollo de pensamiento y en la comprensión de las actividades que realizan durante el aprendizaje.

Tipos de andamiajes computacionales

En ambientes de aprendizaje natural o tradicional, la utilización de los andamiajes educativos es muy frecuente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje por cuanto los resultados, en términos de logro de aprendizaje obtenido por los estudiantes, han sido positivos y significativos. De forma análoga, la comunidad de las tecnologías de la información aplicadas a la educación ha tratado de adaptar los planteamientos y desarrollos de esta noción en el diseño de escenarios computacionales; hecho que ha posibilitado un mayor apoyo al estudiante en situaciones de aprendizaje en solitario. Como resultado de esta adaptación, se vienen desarrollando softwares educativos, ambientes hipermediales y entornos virtuales de aprendizaje, los cuales poseen dentro de su estructura, un andamiaje pedagógico, que apoya y favorece el proceso de aprendizaje del estudiante, atendiendo las necesidades diferenciales de los mismos (Azevedo, Cromley, & Seibert, 2004; López & Hederich, 2010; Mannheimer, 2010; Molenaar, Roda, Boxtel, & Slegers, 2012).

Según los autores existen varios tipos de andamiajes, dentro de los que se destacan los andamiajes explícitos e implícitos propuestos por Hadwin y Winne (2001). Los explícitos, de manera intencional y evidente, presentan las herramientas que los aprendices utilizarán durante el desarrollo de sus tareas; los implícitos, por el contrario, presentan las ayudas de forma poco evidente con el fin de orientar al estudiante de manera menos directa en la realización actividades de aprendizaje (Hadwin & Winne, 2001).

De igual modo, Azevedo, Moss, Greene, Winters y Cromley (2008) proponen una división de andamiajes en adaptativos y fijos. Los primeros son suministrados por un tutor experto en el dominio de conocimiento, quien proporciona el apoyo necesario al estudiante para desarrollar con éxito la tarea de aprendizaje. Los fijos son proporcionados por un módulo computacional que presentan un apoyo permanente al estudiante durante el desarrollo de una tarea. Este andamiaje es intencional y evidente y dispone de diferentes herramientas que los aprendices tienen que utilizar para alcanzar las metas propuestas (Azevedo, Moos, Greene, Winters, & Cromley, 2008). En esta misma línea de trabajo, se encuentran los desvanecidos, los cuales ofrecen ayuda al estudiante durante una actividad de aprendizaje, con la característica de que se hacen presentes solo cuando el aprendiz decide en qué momento utilizarlos. Es necesario indicar que las herramientas de apoyo siempre están dispuestas en el escenario computacional y pueden ser activadas por el aprendiz en cualquier instante (Lakkala et al., 2005).

Del mismo modo, Hannafin, Land y Oliver (1999), proponen los andamiaje conceptuales, procedimentales y estratégicos. Los conceptuales por medio de consejos e indicaciones orientan al estudiante en la resolución problemas y el desarrollo de tareas. Los procedimentales proporciona ayuda en el manejo de recursos. Por último, los estratégicos son aquellos que muestran las diferentes técnicas en la solución de problemas (Hannafin, Land, & Oliver, 1999).

Por su parte, Quintana et al. (2005) y Molenaar et al. (2010) plantean los andamiajes metacognitivos, los cuales se caracterizan por gestionar y regular los procesos cognitivos. De este modo, este tipo de andamiaje le permite al sujeto: 1. Planear su proceso de aprendizaje, es decir, definir de metas de aprendizaje, estrategias y tiempos, 2. Desarrollar tareas de aprendizaje al mismo tiempo que supervisar el avance de las metas propuestas, y 3. Reflexionar sobre los resultados obtenidos, con el fin de revisar la efectividad de la planeación y ajustar las estrategias que no han sido efectivas en la consecución de las metas de aprendizaje. Adicionalmente, se espera que esto le permita al estudiante ganar conocimiento sobre su forma de aprender, cuáles estrategias le funcionan y cuáles no, y el tiempo que debe invertir según las diferentes tareas o áreas (Azevedo & Jacobson, 2008; Huertas, Vesga, Vergara, & Romero, 2015; Molenaar et al., 2010; Chris Quintana et al., 2005).

La literatura permite establecer que los andamiajes metacognitivos en la actualidad son cada vez más comunes para apoyar los procesos de aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento (Huertas et al., 2015; Jbeili, 2012; Molenaar et al., 2010). En este sentido, las investigaciones dan cuenta de que proveer herramientas computacionales que permitan hacer una planeación de las tareas de aprendizaje, monitorear el progreso de estas y efectuar un proceso de reflexión que identifique fortalezas y debilidades durante su ejecución, favorecen el logro de aprendizaje en los estudiantes (Kwon et al., 2013; Mannheimer, 2010; Zhang & Quintana, 2012).

Por otra parte, en este ámbito de investigación, los estudios han indagado por la efectividad de los andamiajes fijos y desvanecidos, y han arrojado resultados contradictorios. Algunos estudios afirman que los andamios fijos mejoran los aprendizajes; mientras que los andamios desvanecidos pueden ser ignorados por los estudiantes en algunas ocasiones (Chang et al., 2002; Lakkala et al., 2005). Otras investigaciones han mostrado que los andamiajes fijos no

favorecen el proceso de aprendizaje (Renkl & Atkinson, 2003). Considerando lo anterior, el presente estudio plantea el diseño y validación de un andamiaje de tipo metacognitivo explícito con tres versiones: una fija, desvanecidos y sin andamiaje, que implementados en un curso B-Learning puedan servir de apoyo a sujetos con diferentes estilos cognitivos y de aprendizaje en la búsqueda de información de manera autónoma.

Activadores Metacognitivos.

El andamiaje metacognitivo se desarrolló haciendo uso de activadores metacognitivos definidos de la siguiente manera por González (2009) [...] *“son aquellas actividades que propician el razonamiento esforzado; es decir, no son realizables con la mera ejercitación del recuerdo memorístico, la utilización mecánica de esquemas algorítmicos, ni con la aplicación de recetas preconcebidas; al contrario, deben ameritar la realización de cierto esfuerzo intelectual y, además, requerir la ejercitación de variadas habilidades cognitivas básicas; por ejemplo, el razonamiento, la lectura, la escritura y/o el cálculo o manejo de relaciones cuantitativas o simbólicas”*.

Desde esta perspectiva y en concordancia con (Bruner, 1978; Wood, Brune, & Ross, 1976) el andamiaje metacognitivo, se realiza a través de los siguientes juicios metacognitivos. Cuando alguien ejecuta una tarea intelectualmente exigente, son objeto de su atención metacognitiva: (a) las representaciones que él tiene acerca de sí mismo (actitudes, valores, creencias, preferencias, concepciones acerca de la tarea); (b) las acciones que despliega durante el desarrollo de la tarea (comparar los logros intermedios obtenidos con la situación deseada final; en caso de que haya discrepancia, la actividad en sí es detenida y transformada en objeto de reflexión; en este caso se formula a sí mismo preguntas tales como: ¿Qué estoy haciendo? ¿Hacia dónde voy? ¿Qué tanto me estoy alejando de la meta? ¿Es necesario volver atrás y

comenzar de nuevo? ¿Debe buscarse otro plan de ataque?; (c) sus estados emocionales, su grado de satisfacción con la tarea que está realizando, el grado de dominio que tiene sobre el proceso, la pericia en la realización de las operaciones que efectúa según González (2009).

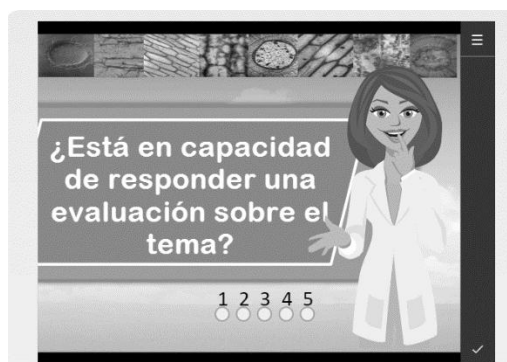


Figura 3 Activadores Metacognitivos.

Estilo cognitivo en la dimensión dependencia/independencia de campo (DIC)

Según Hederich (2013), el estilo cognitivo más estudiado es, probablemente, el denominado independencia-dependencia de campo (DIC), propuesto por Witkin en 1948 (Hederich, 2013). Esta dimensión establece diferencias entre los sujetos relacionadas con la capacidad de reestructuración cognitiva, procesamiento de la información, competencias interpersonales y motivaciones entre dos polaridades de sujetos: los denominados independientes y dependientes de campo (Hederich, 2004). Estas diferencias en los estudiantes influyen en el proceso de aprendizaje, en el logro académico individual y en la forma de acceder al conocimiento en los ambientes computacionales (López, Hedererich, & Camargo, 2011).



Figura 4 Modelo de la cebolla de curry (1987).

Los sujetos independientes de campo (IC) presentan mayores habilidades de reestructuración cognitiva, lo cual se evidencia en su capacidad de desenmascarar figuras simples en figuras complejas, procesar información de forma analítica; situación que les permite profundizar en los conceptos previamente establecidos y hacer relaciones entre ellos. Además, cuentan con estrategias que facilitan el almacenamiento y recuperación de la información, presentan preferencias por el trabajo individual y se encuentran motivados intrínsecamente (Hederich, 2004; López et al., 2011; López, Hederich, & Camargo, 2012; Tinajero & Páramo, 1997).

Por otro lado, se encuentran los sujetos dependientes de campo (DC), también llamados sensibles al medio, los cuales presentan menor capacidad de reestructuración cognitiva, procesan información de manera global limitando la posibilidad de realizar inferencias y análisis profundos, se orientan hacia el trabajo grupal y se encuentran motivados extrínsecamente (Hederich, 2004; Tinajero, Lemos, Araújo, Ferraces, & Páramo, 2012). Con el propósito de profundizar un poco más en las características del estilo cognitivo en la dimensión DIC se presenta la siguiente tabla 3 la cual sintetiza las características de los sujetos IC y DC en variables como procesamiento de la información, procesamiento perceptual, interacción social, motivación, aspectos educativos, análisis de la información, búsqueda de información, logro y metas de aprendizaje.

Dependencia de campo	Independencia de campo	Dependencia de campo	Independencia de campo
	IC		DC
	Percepción global: se les dificulta separar las partes de información de su contexto		Percepción global: se les dificulta separar las partes de información de su contexto
	Percepción articulada: perciben las partes como elementos separados del campo		Percepción articulada: perciben las partes como elementos separados del campo
	Personas pasivas que necesitan abundante		Personas pasivas que necesitan abundante

Tabla 2 Características Estilos cognitivos Independiente de Campo y Dependiente de Campo

Logro de Aprendizaje

El logro, es considerado por la Real Academia de la Lengua Española “*conseguir o alcanzar lo que se intenta o desea*” y aprendizaje es la “*Adquisición de conocimientos de algo por medio del estudio o de la experiencia*”, por lo tanto, se puede afirmar que el logro de aprendizaje, de acuerdo con lo anterior, se encuentra relacionado con la adquisición de conocimientos por medio del estudio. Asimismo, se puede evidenciar que el término logro académico y logro de aprendizaje se utiliza indistintamente en la misma labor de investigación educativa. De allí surge la importancia de conceptualizar los términos involucrados en este aparte.

Según Bruce y Neville (1979) el logro educativo se mide por los resultados de exámenes estandarizados desarrollados para las materias de la escuela. Lo que esto significa es que el logro académico se mide en relación con lo que se obtiene al final del curso, pues es la realización de mediano o largo plazo, del objetivo de la educación. Lawrence (1998) sugiere que el logro académico es acumulativo y progresivo, lo que significa que no pueden alcanzarse en un periodo de tiempo corto. Steve, 2000 menciona que los resultados del aprendizaje pueden medirse por el logro académico, así pues, resulta muy claro que el aprendizaje es el resultado de un plan integral para medir tanto el rendimiento académico, el logro académico y la actitud de los estudiantes. El término logro puede ser utilizado cuando se trata de calificaciones obtenidas por los estudiantes de test estándar denominado normas nacionales por Wainer (1994).

En cuanto al logro de aprendizaje, Hedererich, (2008) lo determinan como un indicador del logro educativo, medido a través de las calificaciones obtenidas en las evaluaciones diseñadas para este fin. El logro educativo es una categoría compleja que compendia todo aquello que el estudiante debe alcanzar como resultado directo de su exposición al sistema educativo formal. Hedererich, (2008) sostienen que el logro de aprendizaje puede ser explicado por la forma como se procesa la información, sin negar una afectación entre estilo cognitivo e inteligencia y la influencia del contexto cultural.

El logro en el contexto educativo, desde la concepción desarrollada por Hederich y Camargo (2000), es “una categoría que intenta compendiar todo aquello que un estudiante alcanza como resultado directo de su exposición a un sistema educativo”. Desde estas perspectivas, el logro y el aprendizaje se relacionan en el campo educativo en la medida en que el primero se materializa en los alcances deseables o en un resultado esperado que tiene un individuo después de enfrentarse a una experiencia que le permita confrontar la adquisición de un conocimiento. Este resultado esperado se convierte en un indicador clave de desempeño, cuando se desea hacer un seguimiento al nivel del logro de aprendizaje (Jurado, 2000).

De acuerdo con los conceptos definidos, Cuando se habla de “competencias científicas” se hace referencia a la capacidad de establecer un cierto tipo de relación con las ciencias. Entendiéndose como un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes relacionados con la ciencia y el uso del conocimiento científico en la sociedad (OCDE, 2006). Las competencias científicas o competencias específicas en ciencias naturales se deben desarrollar desde los primeros grados de la educación, de manera que el estudiante vaya avanzando paulatinamente en el conocimiento del mundo desde una óptica que depende de la observación de los fenómenos y de la posibilidad de dudar y preguntarse acerca de lo que se observa. De esta manera el

estudiante aprenderá a interactuar de manera lógica y propositiva en el mundo en que se desarrolla (Marco Raúl Mejía, 2007).

En consecuencia, se requieren de las competencias generales para identificar las preguntas científicas, para explicar científicamente los fenómenos y para usar la evidencia científica. El ejercicio de la interpretación, la argumentación y la construcción de nuevas alternativas de acción son claves para reconocer el valor de las ciencias y para desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo (Marco Raúl Mejía, 2007).

La noción de competencia propone no sólo conocer, sino ser y saber hacer, usar el conocimiento que la persona aprendió en la realización de acciones, desempeños o productos (ya sean concretos o abstractos) de forma tal que el estudiante pueda ver y actuar en situaciones distintas a las escolares, demostrando qué tan bien está comprendiendo lo que aprendió (Ministerio de Educación, 2010).

Modelo de Indagación 5E.

Hay una serie de modelos basados en la indagación (Bruce & Bishop, 2002), tales como el modelo de indagación cíclica (CIM) y sus variaciones, Knowledge-building community model (Scardamalia & Bereiter, 1994), Scaffolded Knowledge Integration (SKI) (Linn, 1995), el Aprendizaje por Diseño (LBD) (Kolodner, Crismond, Gris, & Puntembakar Holbrook, 1998), the Stripling (2003) Modelo por indagación, la indagación, (Alberta education, 2004), IBSC Ciclo de aprendizaje de las 5E (Bybee, 1997).

Para efectos de este trabajo de grado profundizaremos en uno de los patrones de instrucción más usados con tecnología que es el denominado **“ciclo de aprendizaje de las cinco E” (el clásico 5E learning cycle de Bybee)**, que organiza la instrucción indagativa entorno a cinco

etapas: Motivación-Involucramiento (Engagement), Exploración-Investigación, Explicación, Extensión-Elaboración y Evaluación. En la propuesta del National Reserach Council de EEUU en los National Science Education Standards (NRC, 1998), estas etapas se presentan como

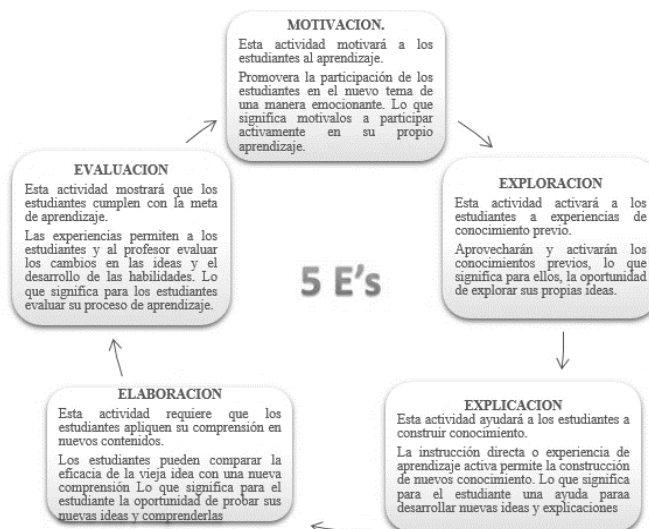


Figura 5 Etapas del Modelo 5E (Bybee, 1997)

características de la enseñanza indagativa de las ciencias: 1) planteamiento de preguntas orientadas desde la ciencia que permitan la participación activa del alumnado, 2) recopilación de pruebas por parte del alumnado con el fin de permitir el desarrollo y evaluación de las propias explicaciones a las preguntas planteadas, 3) desarrollo de explicaciones a partir de las propias pruebas para dar respuestas a las preguntas planteadas, 4) evaluación de las propias explicaciones, que pueden incluir explicaciones alternativas que reflejen una comprensión científica y 5) comunicación y justificación de las explicaciones propuestas. Diferentes proyectos y autores modifican de formas variadas estas propuestas, por ejemplo, añadiendo al final una etapa de reflexión sobre lo trabajado y aprendido, enfatizando la importancia de no seguir estos pasos de forma lineal.

Etapas del Modelo 5E.

La metodología 5E consiste básicamente en una estructura que permite dar un ordenamiento guiado, y planificado previamente al proceso de la indagación de las ciencias, con lo cual, podemos diseñar las actividades de tal manera que cumpla con lo esperado (en función de los aprendizajes de los educandos), por cada momento o etapa del trabajo u actividad, pero con la característica principal que son las y los estudiantes en quienes se centra.

Las etapas son: Enganche (captación de la atención), exploración de alternativas, explicación (formulación de explicaciones), elaboración uso de las explicaciones y evaluación de dichas explicaciones. **Enganche-Engagement** es un momento en que el profesor se encuentra en el centro del escenario que describe el problema en cuestión, previa la evaluación de los estudiantes, ayudando a los estudiantes a hacer conexiones, e informar a proporcionar direcciones. Durante la **Exploración-Exploration** de los estudiantes están en el centro de la acción, la recogida de datos para resolver el problema. Los estudiantes están activos toma de control de su aprendizaje y se extienden hasta cierta guía su aprendizaje. En la etapa de **Explicación-Explanation**, los estudiantes utilizan los datos que han recogido para resolver el problema e informar de lo que hicieron y tratar de averiguar la respuesta al problema de que era presentada. En la fase de **Elaboración-Elaboration**, el profesor da a los estudiantes la nueva información que se extiende a lo que han aprendido en las partes anteriores del ciclo de aprendizaje y se les puede pedir a aplicar los conocimientos adquiridos a nuevos problemas. La **Evaluación-Evaluation** no es el último paso. La Evaluación se produce en los cuatro partes del ciclo de aprendizaje. Al igual que en cualquier ciclo, en realidad no hay fin al proceso (Bybee, 1997).

Realidad Aumentada (RA).

La Realidad Aumentada se encarga de estudiar las técnicas que permiten integrar en tiempo real contenido digital con el mundo real. Según la taxonomía descrita por Milgram & Kishino (1994), los entornos de Realidad Mixta son aquellos en los que “se presentan objetos del mundo real y objetos virtuales de forma conjunta en una única pantalla”, esto abre un abanico de definiciones en la que se sitúan las aplicaciones de Realidad Aumentada. La Realidad Aumentada se ocupa de generar capas de información virtual que deben ser correctamente alineadas con la imagen del mundo real para lograr una sensación correcta de integración.

La realidad aumentada es una tecnología que permite a los usuarios combinar la experiencia sensorial de la vida real con las percepciones del entorno digital (Azuma, 1997). De acuerdo con Azuma, Baillot, Behringer, Feiner, Julier y MacIntyre (2001), las tres características de la RA son: (a) los objetos reales y virtuales incorporados en la realidad; (b) colaboración entre los objetos reales y virtuales, y (c) la interacción en tiempo real entre los objetos reales y virtuales.

La combinación de estas tres características hace que la Realidad Aumentada sea muy interesante para el usuario ya que complementa y mejora su visión e interacción del mundo real con información que puede resultarle extremadamente útil a la hora de realizar ciertas tareas. De hecho, la Realidad Aumentada es considerada como una forma de amplificación de la Inteligencia que emplea el computador para facilitar el trabajo al usuario.

Sherman y Craig (2003) explican con más detalle las características sensoriales ya que sólo son alcanzables a través del nivel de la realidad del entorno y la actividad de inmersión; Por lo tanto, existen diferentes niveles de experiencia sensorial que pueden lograrse a través de diferentes tecnologías de visualización y posicionamiento. Por otra parte, si la información aumentada del objeto real es amplia, la experiencia y la transmisión del conocimiento sensorial

será precisa; Por el contrario, si la información es incompleta, la entrada sensorial y la transferencia de conocimientos serán inexactas (Wu et al., 2013).

Teniendo en cuenta las anteriores particularidades, como primera característica encontramos que: el uso de esta tecnología aumenta la motivación del aprendizaje mediante la mejora de la experiencia sensorial de los estudiantes. La segunda característica es la intervención entre los objetos reales y virtuales: El objetivo de la realidad aumentada es integrar los datos digitales en el entorno real para proporcionar a los usuarios una experiencia sensorial de inmersión (Hwang, Yang, Tsai, y Yang, 2009; Hwang, Tsai, y Yang, 2008; Yang, Okamoto, y Tseng, 2008). Por lo tanto, el objeto digital debe ser presentado con precisión en la ubicación real; esta es la esencia del mecanismo de navegación.

La última característica es que los objetos reales y virtuales deben interactuar en tiempo real: el escenario móvil es compatible con tres tipos de interacción. La primera es la interacción entre el estudiante y los contenidos de aprendizaje. Numerosos estudios previos han indicado que este tipo de interacción aumenta las capacidades cognitivas y de aprendizaje de los estudiantes, tales como la comprensión, la memoria y la imaginación (Dalgarno, 2004). Los otros dos tipos son la interacción entre el estudiante y las ayudas para el aprendizaje y la interacción entre los estudiantes. Estos dos tipos de interacción permiten a los estudiantes identificar soluciones a problemas en el escenario a través de la cooperación y el trabajo en equipo. Así, la Realidad Aumentada se sitúa en medio de los entornos reales y los virtuales, encargándose de construir y alinear objetos virtuales que se integran en un escenario real.

CAPÍTULO 3. Metodología

Diseño de la investigación.

La investigación se realizó con tres grupos previamente conformados de grado quinto de primaria del colegio Calasanz Femenino de la ciudad de Bogotá, Colombia, y corresponde a un estudio cuasi-experimental con diseño de grupo control no equivalente, considerado por Stanley & Campbell (1995) un diseño en donde se tiene registro antes y después de la aplicación del tratamiento y que no posee equivalencias pre-experimentales del muestreo; ya que son grupos previamente conformados pertenecientes a tres cursos regulares de quinto de primaria.

Para el desarrollo del estudio del logro de aprendizaje, las estudiantes interactuaron con un andamiaje metacognitivo para el desarrollo de competencias científicas, este andamiaje presentó tres valores: fijo, sin andamiaje y desvanecido. El ambiente computacional se estructuró bajo el modelo de indagación 5E con elementos de realidad aumentada para la enseñanza de la célula compuesto de cinco unidades de aprendizaje se realizó en Articulate 3.0 y se implementó en la plataforma School pack de la institución.

La investigación se desarrolló con tres grupos, a quienes se les aplicó un pre-test y post-test, cada uno de los cuales fue expuesto a una de las condiciones del ambiente computacional. Antes de iniciar el trabajo con el ambiente todos los estudiantes participaron en una sesión de introducción en donde se les aplicó el pre-test y una final donde se les aplicó el post-test.

Cada uno de los grupos, trabajo 5 sesiones semanales de 50 minutos cada una, para un total de 25 sesiones de trabajo en cada grupo. En 5 sesiones de trabajo semanales los participantes desarrollaron una unidad temática, para un total de 5 unidades, estas fueron desarrolladas de manera individual. Al terminar cada unidad de trabajo los estudiantes presentaron una evaluación

de aprendizaje, para un total de 5 evaluaciones por estudiante, para establecer el logro de aprendizaje de los estudiantes en cada una de las condiciones y poder establecer las diferencias entre los grupos.

La variable independiente del estudio corresponde al ambiente computacional que toma tres valores: Andamiaje fijo, sin andamiaje y andamiaje desvanecido. Las variables dependientes del estudio fueron: el post-test inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI) y el logro del aprendizaje. Como Covariables se toma: el pre-test inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI) el cual se aplicó antes de comenzar el estudio, y el logro de aprendizaje previo que correspondió a la nota final de ciencias naturales de grado cuarto. La variable asociada fue el estilo cognitivo en la dimensión DIC con tres valores (dependiente, intermedio e independiente de campo). Los datos de la investigación se analizaron por medio del software Statistical Package for the Social Science (SPSS) 2.0. A partir de la descripción realizada de las variables se presentan los valores que toman cada una de estas en el estudio en las tablas 3 y 4.

Variable Dependiente	Valores
Logro de Aprendizaje En Ciencias Naturales	Promedio de las 5 Evaluaciones
Habilidad Metacognitiva (CP-SRLI)	Planeación
	Estrategias
	Motivación
	Monitoreo
	Evaluación
Variable Independiente	Valores
Ambiente computacional con el modelo Indagación 5E y elementos de realidad aumentada.	AC con andamiaje metacognitivo.
	AC sin andamiaje metacognitivo.
	AC andamiaje metacognitivo desvanecido.

Tabla 3 Variables independientes y dependientes del estudio

Variables Asociadas	Valores
Estilo Cognitivo	Dependiente
	Intermedio
	Independiente
Covariables	Valores
Logro de Aprendizaje previo.	Promedio de notas de ciencias naturales en grado cuarto.
Pre-test Habilidad Metacognitiva (CP-SRLI)	Planeación
	Motivación
	Estrategias
	Monitoreo
	Evaluación

Tabla 4 Variable asociadas y Covariables de estudio

Población y muestra

La investigación contó con 80 estudiantes de grado quinto del Colegio Calasanz femenino de la ciudad de Bogotá, ubicado en la localidad de Teusaquillo. La edad de las participantes osciló entre los 9 y 11 años. El estudio se llevó a cabo en los espacios académicos de la asignatura de ciencias naturales. Estas estudiantes pertenecen a tres cursos 5A (26 estudiantes), 5B (26 estudiantes) y 5C (28 estudiantes); el curso 5A se establecerá como el grupo con andamiaje, 5B sin andamiaje y 5C con andamiaje desvanecido. La tabla 5 indica el número de estudiantes que interactuaron con las versiones del andamiaje.

Diseño Experimental	Total
Grupo con Andamiaje (5A)	26
Grupo sin Andamiaje (5B)	26
Grupo Andamiaje Desvanecido (5C)	28

Tabla 5 Tamaño de los grupos del estudio

Instrumentos

Adaptación del Inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI)

Para determinar las habilidades metacognitivas de los aprendices se empleó Inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado Zimmerman (1990) conocido como CP-SRLI. Este cuestionario de autoinforme y consta de 75 ítems distribuidos en dos categorías: Orientación de tareas, Planeación, Motivación, Monitoreo, Estrategias de Aprendizaje, Estrategias motivacionales, Autoevaluación. Es un cuestionario de auto-reporte que emplea una escala Likert con los siguientes enunciados: 1. Nunca lo hago, 2. Muy pocas veces lo hago, 3. Algunas Veces lo hago, 4. Frecuentemente lo hago, 5. Casi Siempre lo hago. En la tabla 1 se describe cada una de las subcategorías. A este instrumento se le realizó una traducción y adaptación al idioma español para el contexto colombiano con 38 ítems (ver anexo 1); los artículos muestran buenos niveles de consistencia interna con el Alpha de Bentler en cada una de las categorías del instrumento (Bentler, 2009).

Componentes relacionados CP-SRLI	Coefficiente de Bentler
Orientación de tareas	0.98
Planeación	0.94
Motivación	0.92
Monitoreo	0.98
Estrategias de Aprendizaje	0.94
Estrategias motivacionales	0.94
Autoevaluación	0.94

Tabla 6 Componentes del CP-SRLI con sus categorías y la consistencia interna de Bentler 2009.

Test de Figuras Enmascaradas para Niños CEFT, de Witkin, Oltman, Raskin y Karp (1982)

La dependencia-independencia de campo perceptivo fue definida por Witkin y su equipo como “el grado en que la persona percibe una parte del campo perceptivo como separada del contexto que la rodea, en vez de hacerlo como si estuviera incluida en él, o el grado en que la organización del campo predominante determina la percepción de sus componentes; o por decirlo en palabras corrientes, el grado en que la persona percibe de manera analítica” (Witkin & Goodenough, 1977). Para la medición de la variable (Estilo Cognitivo EC) se utilizó el Test de las Figuras Enmascaradas para niños (CEFT). La escala es de 0 a 25, siendo el 0 muy dependiente y el 25 muy independiente.

Descripción del Test de Figuras Enmascaradas formas simples. Consta de modelos recortados de dos formas (tienda y casa) que están enmascaradas en las figuras complejas. Cada una de estas formas se utiliza en una de las series del test (es decir, un conjunto de figuras complejas que emplean la misma forma simple). Estas figuras han sido diseñadas para facilitar una manipulación prolongada. Hay además unas láminas para manipulación inicial de familiarización.

Series del test. Tiene dos series de figuras complejas: 11 tienen la forma simple de la tienda (T1 – T11) enmascarada en ellas y otras 14 (H1 – H14) tienen la forma simple de la casa. (Todas las figuras deben presentarse de manera que el número de identificación aparezca en el ángulo superior derecho de la lámina). Para los niños menores de 8 años, el test comienza en el elemento T1. Los niños de más de 8 años empezarán con la lámina T6 y se les darán los puntos correspondientes de las láminas T1 – T5, pero si el niño fracasa en 3 o más elementos entre la

lámina T1 y la lámina T11, pierde los puntos que se le dieron y debe volver a empezar el test en T1(ver anexo 2).

Pruebas para determinar el logro de aprendizaje

Para evaluar el logro del aprendizaje de las competencias científicas de los estudiantes de quinto de primaria, se tuvo en cuenta el promedio de las calificaciones de las evaluaciones de cada unidad de aprendizaje. De este modo, al terminar cada una de las cinco unidades los estudiantes presentaron una evaluación en el ambiente computacional, para determinar el nivel de conocimiento del tema. Cada prueba contenía 10 preguntas de selección múltiple con cuatro opciones de respuesta, de las cuales solo una es correcta; las evaluaciones fueron evaluadas con una escala numérica de 1-10. El promedio de las cinco evaluaciones presentó una confiabilidad alta del instrumento con un Alfa de Cronbach = 0,71.

Luego de definir los criterios de la evaluación, se procedió a establecer los niveles de desempeño (avanzado, intermedio y básico). (Gatica & Uribarren, 2013; J. Martinez, 2008).

Ambiente Computacional

Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes interactuaron con un ambiente computacional elaborado en articulate 3.0 que presenta una característica “responsive”, esto quiere decir que se puede utilizar para Tablet y dispositivos móviles. La realidad aumentada se desarrolló en Aumentaty Author y Layar con códigos QR. Para el diseño del ambiente computacional se utilizó las siguientes etapas de indagación 5E: Enganche, Exploración, Explicación, Elaboración y Evaluación y fue reproducido en la plataforma School pack del colegio Calasanz Femenino. El ambiente de aprendizaje para la enseñanza de competencias en ciencias naturales con el tema de la célula contó con cinco unidades y el andamiaje metacognitivo para el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje en

ciencias naturales. La plataforma contenía tres ambientes computacionales, en los que se matricularon los estudiantes de 5^a, 5b y 5c. Cada curso presentaba los mismos recursos educativos, pero diferían en el andamiaje (fijo, sin andamiaje y desvanecido).

Al ingresar al ambiente computacional, el estudiante encontraba el nombre de la aplicación “La Célula el Microcosmos de la Vida” y el mismo programa le da la bienvenida al estudiante, luego el estudiante encontraba un menú de navegación con instrucciones. Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes interactuaron con el ambiente computacional, bajo el modelo de indagación 5E que contenía elementos de realidad aumentada.

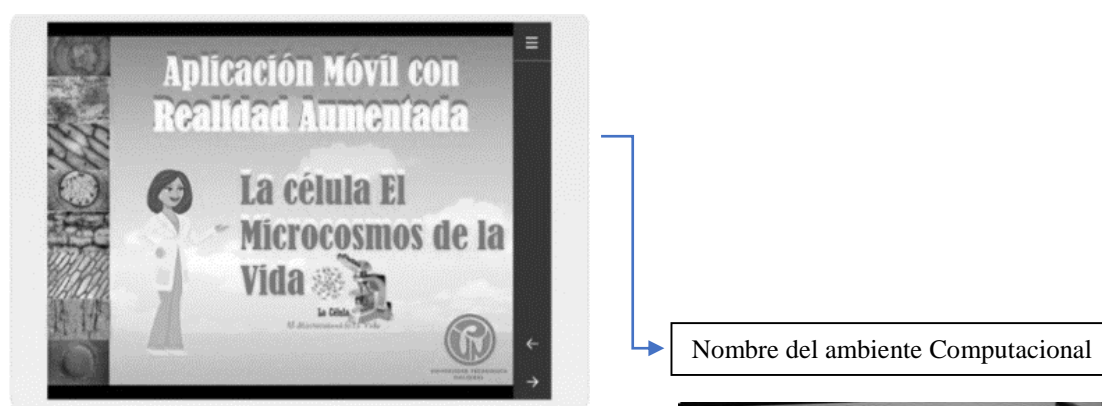


Figura 6 Nombre del Ambiente Computacional

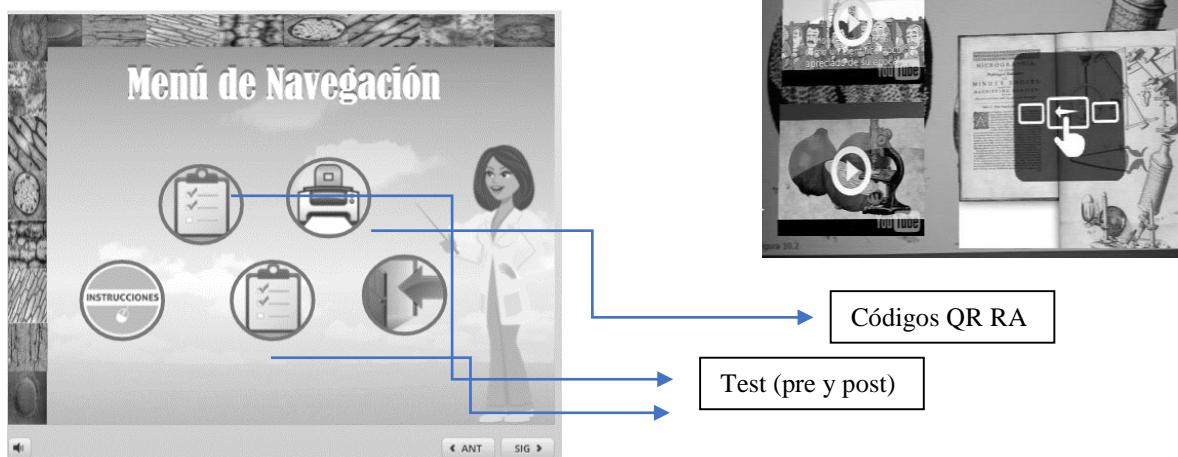


Figura 7 Menú de Navegación y códigos QR en Layar del Ambiente Computacional

Componentes del Ambiente computacional para las 3 versiones Modelo 5E

Etapa 1: Enganche:

Un video motivador presenta una situación inicial significativa, y a continuación expone un problema o situación discordante que los estudiantes no pueden explicar con sus conocimientos previos. Entonces, una actividad sobre el video moviliza las ideas de partida de los estudiantes.

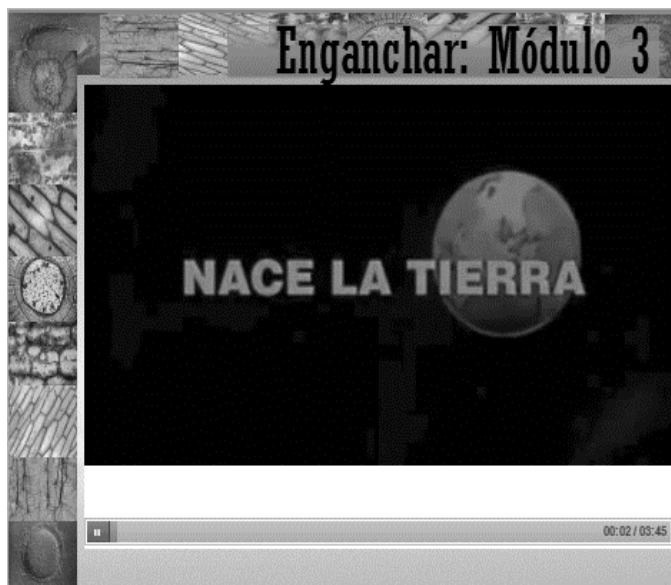


Figura 8 Enganche en el Ambiente Computacional

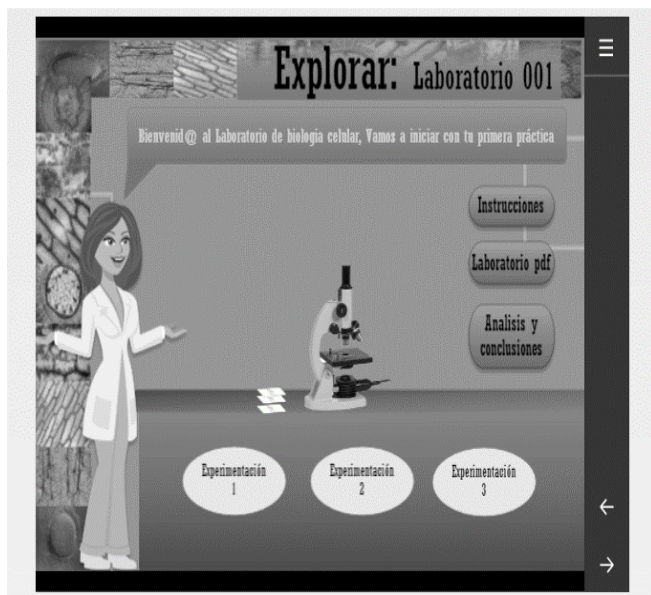


Figura 9 Explorar en el Ambiente Computacional

Etapa 2. Explorar:

se presenta una actividad de investigación guiada que desafía los conocimientos iniciales de los estudiantes, y ofrece oportunidades para resolver las disonancias de la fase anterior. Los estudiantes investigan fenómenos, intercambian ideas y obtienen conclusiones razonadas. El profesor se convierte en un

guía que escucha, observa y orienta a los alumnos hacia la comprensión de los conceptos. En esta fase podemos encontrar experimentos virtuales.

Etapa 3. Explicar:

Los contenidos conceptuales de la unidad se exponen formalmente, utilizando una amplia gama de recursos multimedia. En esta fase, las ideas que han aprendido intuitivamente a través del descubrimiento se formalizan y acontecen universales. Cada concepto desarrollado en esta sección se acompaña de ejercicios interactivos que tienen como objetivo la consolidación de los aprendizajes por medio de la práctica.

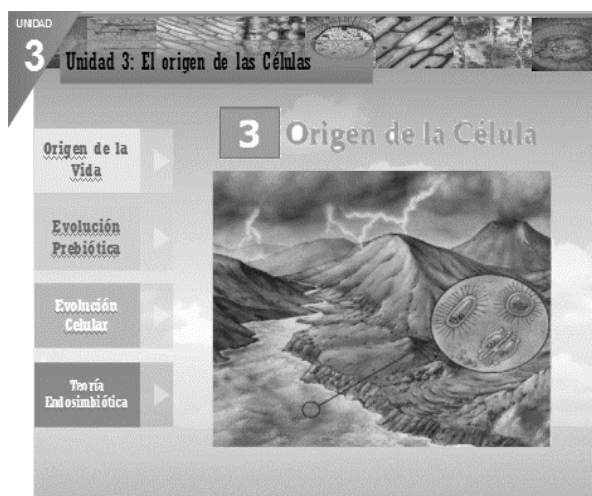


Figura 10 Explicar en el Ambiente Computacional



Figura 11 Elaborar en el Ambiente Computacional

Etapa 4. Elaborar:

En esta fase se propone una tarea o proyecto cuyo desarrollo exige la aplicación de los conceptos, actitudes y procedimientos aprendidos por el estudiante en la unidad, con el objetivo de resolver un nuevo problema en una nueva situación. Se articula la autoevaluación del

andamiaje metacognitivo con esa etapa.

Etapa 5. Evaluar: Para terminar, la unidad presenta dos recursos de alto valor educativo: uno para la revisión y el otro para la evaluación. El primero consiste en un vídeo que repasa los principales conceptos aprendidos durante la lección a modo de revisión final.

El segundo propone una prueba evaluativa auto-correctible basada en los principios de evaluación por competencias.

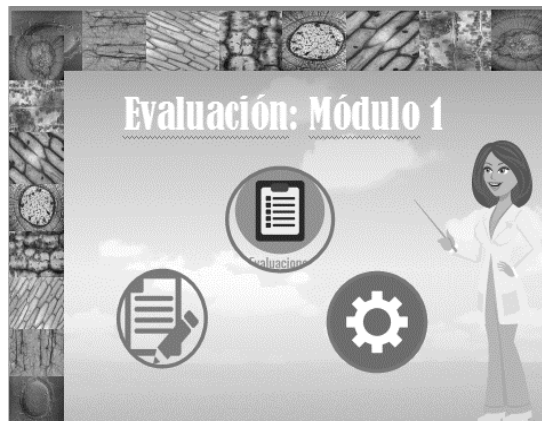


Figura 12 Evaluar en el Ambiente Computacional

Contiene 5 unidades de aprendizaje: Módulo 1. Introducción al estudio de la Célula; Módulo 2. la Teoría Celular; Módulo 3. Origen de la Célula; Módulo 4. La Célula; Módulo 5. Organización Celular. Cada una de estas unidades de aprendizaje se elaboraron mediante las etapas del modelo de indagación 5E.

Unidades de Aprendizaje	Objetivos de Aprendizaje
Módulo 1: Estudio de la célula Microscopía	Entender la importancia del microscopio en el contexto histórico, el desarrollo tecnológico y científico de la célula
Módulo 2: La teoría Celular	Comprender los principales acontecimientos históricos de la biología celular y los postulados de la teoría celular.
Módulo 3: Origen de la célula	Reconocer la estructura y funcionamiento de la célula como unidad fundamental de la vida.
Módulo 4: La célula	Establecer las diferencias entre células eucarióticas y procariotas de acuerdo con su morfología.
Módulo 5: Organización Celular.	Clasifica a los seres vivos de acuerdo con sus características en unicelulares y pluricelulares.

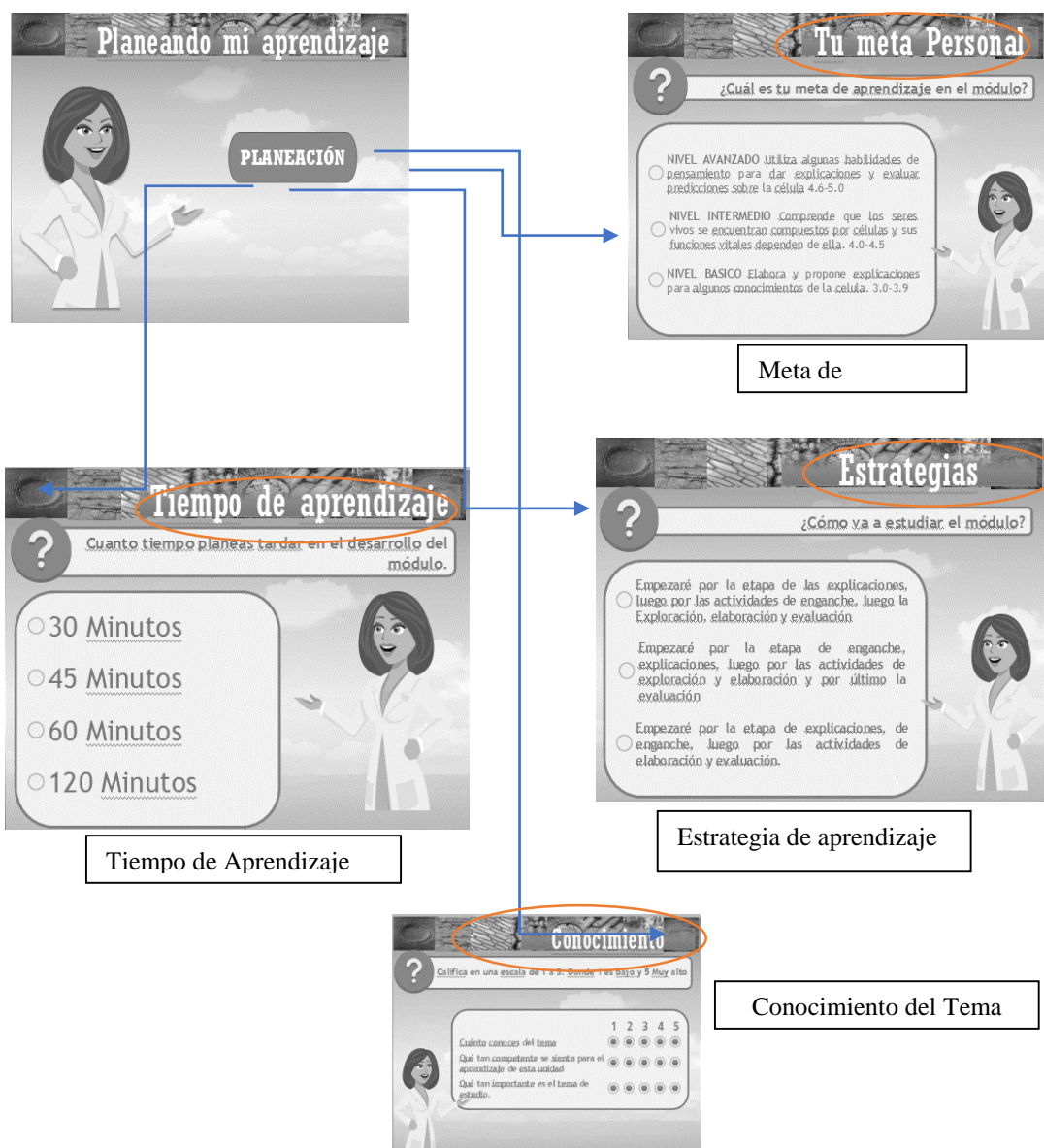
Tabla 7 Unidades de Aprendizaje en el ambiente computacional.

Desarrollo del Andamiaje Metacognitivo en el Software

El andamiaje metacognitivo se desarrolla de la siguiente forma, de acuerdo con los procesos metacognitivos fundamentales expuestos en el marco teórico:

Etapa 1: Planeación del aprendizaje

durante esta etapa, el aprendiz diseña un plan para su aprendizaje, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: meta de aprendizaje, tiempo a invertir, conocimiento del tema, la estrategia que utilizará el estudiante desde las etapas del modelo pedagógico propuesto (López, Hederich y Camargo, 2012; Yelland y Masters, 2007; Zhang y Quintana, 2012). Esta etapa aparece al inicio de cada unidad temática en las 5 unidades en el andamiaje fijo y en el desvanecido solo en la unidad 1 y 2.



Etapa 2: Monitoreo

en donde se implementaron activadores metacognitivos dentro del andamiaje a través de preguntas que apoyan el proceso de aprendizaje mediante mensajes emergentes en Articulate 3.0 en forma aleatoria estos activadores se califican de 1 a 5, siendo un poco frecuente y 5 muy frecuente. Sumado a ello, la fase de monitoreo se desarrolla mediante un proceso de auto-revisión articulado a la fase de elaboración del modelo pedagógico, en donde las estudiantes desarrollan preguntas cognitivas sobre el desarrollo del contenido mediante juegos de preguntas, para generar proceso de monitoreo y reflexión sobre su aprendizaje acompañado de los activadores metacognitivos.



Figura 14 Etapa 2 del Andamiaje Monitoreo.

Preguntas usadas en los activadores metacognitivos:

- ¿Puede hacer un resumen del contenido de la unidad?
- ¿Está en capacidad de responder una evaluación sobre el tema?
- ¿Está comprendiendo los contenidos de la unidad?
- ¿Está logrando la meta que se propuso?
- ¿la estrategia de estudio escogida es eficaz?
- ¿el contenido del módulo es claro para usted?
- ¿Está siguiendo la meta que se propuso?
- ¿Está lista para responder cualquier tipo de pregunta?

- ¿Es capaz de poner a prueba su comprensión sobre este tema?
- ¿Está lista para evidenciar su aprendizaje en el tema de la célula?
- ¿cree que logrará la meta con la evaluación final?
- ¿Cree que ha estudiado el tema a profundidad?

Etapas 3. Autoevaluación-Reflexión:

Esta etapa atiende a la fase de autorregulación propuesta por llamada fase de auto-reflexión, en la que los estudiantes realizan un proceso de auto-juzgamiento y uno de auto-reacción. Así los estudiantes en esta etapa cuentan con dos espacios para realizar la evaluación de su trabajo. Por otro lado, existe un espacio en el que los estudiantes, revisan nuevamente su meta personal, el tiempo empleado, los aprendizajes logrados y reflexionan sobre el cumplimiento de su meta, se les orienta además a prestar especial atención a las estrategias y herramientas que usaron para alcanzarla, esta reflexión es almacenada por el sistema para su posterior análisis.

Autoevaluación y Reflexión

	1	2	3	4	5
la meta que se propuso inicialmente fue la más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El tiempo empleado fue favorable para desarrollar la unidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
los aprendizajes logrados fueron los esperados por usted	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprendió lo suficiente sobre el tema de la célula	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El aprendizaje le servirá para su aplicación en otros cursos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La estrategia de aprendizaje que utilizó le sirvió para su aprendizaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 15 Etapa 3 del Andamiaje Autoevaluación y Reflexión.

El Desarrollo de los ambientes computacionales para la investigación se desarrolla de la siguiente forma:

Ambiente computacional	Descripción
Con Andamiaje	Posee las 3 etapas descritas anteriormente. con las 5 evaluaciones de las unidades de aprendizaje
Sin Andamiaje	Solo tiene las etapas del modelo pedagógico excepto la de elaboración y presenta las 5 evaluaciones de las unidades de aprendizaje
Andamiaje Desvanecido	Tiene el andamiaje fijo con las etapas hasta el módulo 2, de allí empieza a desvanecerse y el estudiante tiene la posibilidad de escoger, si quiere hacer la planeación, el monitoreo o solo la evaluación final del andamiaje. Además, existe la posibilidad de seguir navegando sin andamiaje.

Tabla 8 Tipos de ambiente computacional.

Procedimiento

Para el desarrollo del estudio se utilizaron en el mes de octubre y noviembre de 2017 las horas de clase de ciencias naturales con una intensidad semanal de 5 horas en el grado de quinto de primaria. A continuación, se les solicitó a los padres de familia un consentimiento para que sus hijas participaran en el estudio, y se les informó que los resultados serían manejados de forma confidencial y con fines investigativos.

Al inicio de la investigación, a las 80 estudiantes que se encontraban divididas en tres grupos se les aplicó los instrumentos (CP-SRLI, CEFT y pruebas en el ambiente computacional), para lo cual se empleó una sesión por prueba en cada curso, en total se empleó 5 horas semanales por unidad de aprendizaje. Todos los instrumentos fueron aplicados con la orientación del investigador, siguiendo las instrucciones de cada test en los espacios de la clase de ciencias naturales.

Posteriormente, con ayuda de los datos suministrados por el colegio, a los estudiantes se les asignó usuario y contraseña para acceder a la plataforma School Pack. Estos datos se dieron

conocer a cada curso en una sesión desarrollada en la sala de informática, en la que se les enseñó a ingresar a la plataforma. Después de verificar que todos los estudiantes tuvieran acceso al curso, se realizó una sesión de reconocimiento de la plataforma por grupo, en la que se les dio a conocer los diferentes recursos que serían utilizados en el desarrollo de los contenidos. Esta sesión, fue corta ya que se había realizado un piloto en otra institución con la misma población (estudiantes de quinto de primaria) para ajustar el ambiente computacional.

Después, los estudiantes tuvieron encuentros semanales presenciales en la sala de informática para desarrollar el ambiente computacional, en los espacios asignados para esta asignatura, e inicia la fase de desarrollo de las temáticas del software. Cada unidad presentó al estudiante diferentes recursos educativos y tareas de aprendizaje que debían ser resueltas semanalmente por los aprendices. De acuerdo con el número de unidades y la complejidad de los temas, los estudiantes desarrollaron el curso en 25 sesiones aproximadamente, es decir, un mes y una semana contando con las sesiones que involucraron el desarrollo de la prueba CEFT y el CP-SRLI inicial y final.

Al desarrollar las tareas de aprendizaje, los tres grupos se vieron expuestos a los tres valores de la variable independiente de la siguiente manera: el primer grupo uso el andamiaje de manera fija en todas las unidades de aprendizaje; el segundo no accedió al andamiaje, tuvo el ambiente computacional con el modelo 5E y los componentes de realidad aumentada y el tercer grupo uso un andamiaje desvanecido, es decir, los estudiantes tuvieron la posibilidad de utilizarlo cuando lo consideraron conveniente; proporcionándoles un andamiaje fijo en la primera y la segunda unidad de aprendizaje para reconocerlo y luego dándoles la oportunidad de escoger que etapa del andamiaje querían desarrollar, opciones: a) solo hacer planeación en su

aprendizaje, b) tener activadores metacognitivos y autoevaluación y c) solo realizar la evaluación final del andamiaje.

Al finalizar cada unidad de aprendizaje, los aprendices respondieron una prueba de conocimiento, en total se resolvieron cinco evaluaciones durante un periodo de un mes y una semana. La nota de esta evaluación permitió obtener el logro del aprendizaje al final del estudio. Esta calificación no tuvo ningún efecto en la nota final de la asignatura. Una vez terminadas todas las unidades de aprendizaje planeadas, se aplicó de nuevo el instrumento CP-SRLI, con el propósito de identificar el estado final de las percepciones de autorregulación en los estudiantes.

CAPÍTULO 4. Resultados

En esta sección se analizan los datos recolectados por los diferentes instrumentos aplicados durante el estudio. En primer lugar, se presentan los estadísticos descriptivos de los resultados del Inventario percepción de los niños sobre el uso del aprendizaje autorregulado (CP-SRLI) y el logro de aprendizaje de competencias científicas en ciencias naturales de los estudiantes antes de interactuar en el ambiente computacional. En segundo lugar, se profundiza en el efecto del andamiaje metacognitivo para el desarrollo de las habilidades metacognitivas, el logro de aprendizaje y el estilo cognitivo.

Condiciones iniciales

Habilidades metacognitivas iniciales

Para determinar las habilidades metacognitivas de los estudiantes, estos respondieron de manera individual el instrumento CP-SRLI antes de empezar la implementación del estudio. La tabla 9 presenta los promedios obtenidos por los estudiantes en las categorías del instrumento. El Monitoreo presenta un promedio más alto ($M = 3,733$) seguido de la planificación ($M = 3,618$) luego la categoría estrategias con un promedio ($M = 3,609$), con un promedio ($M = 3,546$) la categoría de autoevaluación y por último la categoría de motivación con ($M = 3,512$)

Por otro lado, los puntajes obtenidos dejan ver que los estudiantes presentan menores puntuaciones en habilidades como la motivación y en las estrategias, debido a lo anterior podría pensarse que estas habilidades que ayudan a controlar el pensamiento o el aprendizaje deben ser fortalecidas.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRE-PLANIF	80	1,750	5,000	3,61875	,746272
PRE-MOTIVACION	80	1,000	5,000	3,51250	,873414
PRE-MONITOREO	80	2,143	5,000	3,73393	,724428
PRE-ESTRATEG	80	2,357	5,000	3,60982	,627035
PRE-AUTOEVAL	80	1,000	5,000	3,54643	,892512
PRETEST	80	2,158	5,000	3,60658	,644329
N válido (por lista)	80				

Tabla 9 Promedios Obtenidos en el Pre-test.

En general, las cinco categorías no presentan amplias diferencias entre sí. La tabla 9 se muestra el promedio general CP-SRLI en el pre-test, en donde la media corresponde a 3,606 y la desviación estándar corresponde (DE) a 0,644. Teniendo en cuenta que la puntuación mínima fue 1 y la máxima fue de 5 en una escala Likert de valoración.

Logros previos de aprendizaje

Para determinar el logro previo de los estudiantes que participaron en el estudio, se solicitó al colegio el promedio de notas en ciencias naturales de grado cuarto de primaria, es decir, la nota definitiva obtenida en esta asignatura en el año 2016. Las notas se encuentran en una escala de 1,0 a 5,0, el promedio de notas es de 4,27; con una desviación estándar de 0,344. El valor mínimo corresponde a 3,5 y el máximo a 5,0 (tabla 10).

Estadísticos		
LOGRO PREVIO		
N	Válido	80
	Perdidos	46
Media		4,273
Desviación estándar		,3442
Mínimo		3,5
Máximo		5,0

Tabla 10 Logro de aprendizaje previo estadísticos descriptivos.

El gráfico 16 muestra el rendimiento de los estudiantes que se puede resumir en: 11 obtienen una nota entre 3,5 y 3,9 que equivalen a un 13,8 %; 48 fueron calificados entre 4,0 a 4,5 lo que representa un 60%; 21 tienen una nota por encima de 4,6 y 5,0 lo que representa un 26,2 %. A partir de esta descripción, se puede concluir que las notas de ciencias naturales de grado cuarto de primaria no describen una distribución normal.

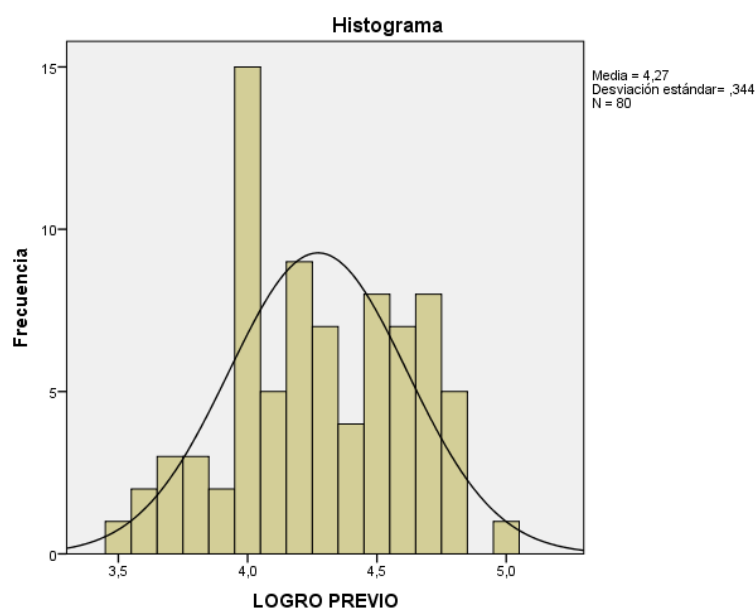


Gráfico 2 Histograma de notas en ciencias naturales en el año 2016

Relaciones bivariadas entre las habilidades metacognitivas iniciales, logro de aprendizaje previo y estilo cognitivo.

A continuación, se presentan las correlaciones de Pearson entre las categorías del instrumento CP-SRLI, el logro previo de química y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, de forma general todas las correlaciones son positivas entre los componentes, pero con diferentes niveles de significancia, es decir que los datos confirman las conclusiones de varios investigadores sobre la relación que existe entre los estilos cognitivos y el logro de aprendizaje.

El análisis de correlación de Pearson, entre el estilo cognitivo en la dimensión DIC y el logro previo en ciencias naturales, muestra una correlación positiva baja, lo mismo sucede entre el estilo cognitivo y el pre-test. Las variables mencionadas determinan la relación existente entre los intermedios e independientes, confirmando los supuestos de Witkin et al. (1977) y de Hederich y Camargo (1999), al encontrar que ellos se caracterizan por tener altos logros y actitudes positivas.

Es de resaltar que todas las categorías del instrumento CP-SRLI se encuentran correlacionadas con niveles de significancia al nivel p valor $<0,01$, lo que indica que es altamente significativo el valor de correlación (tabla 11), lo anterior demuestra una alta consistencia interna del instrumento que presenta un Alfa de Bentler según la tabla 6.

		Correlaciones							
		PRE-PLANIF	PRE-MOTIVACION	PRE-MONITOREO	PRE-ESTRATEG	PRE-AUTOEVAL	LP	Estilo Cognitivo	
PRE-PLANIF	Correlación de Pearson	1	,564**	,670**	,636**	,611**	,007	,152	
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,953	,177	
PRE-MOTIVACION	Correlación de Pearson	,564**	1	,619**	,672**	,657**	,093	,139	
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,411	,218	
PRE-MONITOREO	Correlación de Pearson	,670**	,619**	1	,763**	,726**	,141	,001	
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,213	,990	
PRE-ESTRATEG	Correlación de Pearson	,636**	,672**	,763**	1	,689**	,059	,112	
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,606	,323	
PRE-AUTOEVAL	Correlación de Pearson	,611**	,657**	,726**	,689**	1	,114	,182	
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,313	,106	
LOGRO PREVIO	Correlación de Pearson	,007	,093	,141	,059	,114	1	,173	
	Sig. (bilateral)	,953	,411	,213	,606	,313		,125	
Estilo Cognitivo	Correlación de Pearson	,152	,139	,001	,112	,182	,173	1	
	Sig. (bilateral)	,177	,218	,990	,323	,106	,125		

Tabla 11 Correlaciones entre el instrumento CP-SRLI (pretest), Logro previo y Estilo Cognitivo

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Análisis del efecto del programa

Un análisis multivariante de covarianza (MANCOVA) fue utilizado para determinar el efecto del andamiaje sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro del aprendizaje en el área de ciencias naturales. Para este análisis, la variable independiente del estudio correspondió al ambiente computacional y las variables dependientes fueron el desarrollo de habilidades metacognitivas (CP-SRLI) y el logro del aprendizaje (promedio entre las notas de las 5 evaluaciones). Adicionalmente, se tomaron como covariables; el logro de aprendizaje previo (notas de ciencias naturales en grado Cuarto) y los resultados del pre-test inventario de habilidades metacognitivas. Las variables asociadas en el estudio correspondieron al estilo cognitivo en la dimensión DIC. A continuación, se profundizará en la descripción de las variables dependientes: las habilidades metacognitivas y el logro de aprendizaje.

Las variables dependientes

Habilidades metacognitivas (pos-test CP-SRLI)

Luego de la etapa de implementación del proyecto de investigación que tuvo una duración aproximada de 7 semanas, los estudiantes contestaron nuevamente el instrumento CP-SRLI. La tabla 12 presenta los resultados de las 5 categorías de análisis con el fin de establecer el impacto del andamiaje de manera específica. Se observa que el Monitoreo presenta un promedio más alto ($M = 3,960$) seguido de la planificación ($M = 3,943$), luego encontramos la estrategia ($M = 3,824$), la motivación con promedio ($M = 3,656$) y por último la categoría de autoevaluación con ($M=3,555$)

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
POST-PLANIF	80	2,250	5,000	3,94375	,703714
POST-MOTIVACION	80	1,833	5,000	3,65625	,867990
POST-MONITOREO	80	2,714	5,000	3,96071	,605228
POST-ESTRATEG	80	2,429	5,000	3,82411	,611073
POST-AUTOEVAL	80	1,571	5,000	3,55536	,958448
POSTEST	80	2,684	5,000	3,78586	,609438
N válido (por lista)	80				

Tabla 12 Estadística descriptiva de cada una de las categorías de CP-SRLI (postest)

En la tabla 12 se muestra el promedio general de los procesos metacognitivos en el desarrollo de competencias científicas y las variables respectivas. El promedio de los procesos metacognitivos indica un aumento en las capacidades metacognitivas de acuerdo con los resultados de la aplicación inicial.

Logro de aprendizaje en el área de ciencias naturales

El logro del aprendizaje fue evaluado de manera individual en cada unidad de aprendizaje del ambiente computacional por medio de una prueba de conocimiento. La nota de las 5 evaluaciones fue promediada y de este modo se obtuvo el desempeño del estudiante por unidad (Gráfico 17). La media de las notas obtenidas por los estudiantes tiene un valor de 6,07 con una DE = 1,169. El valor menor obtenido correspondió a 3,6 y el mayor a 8,4.

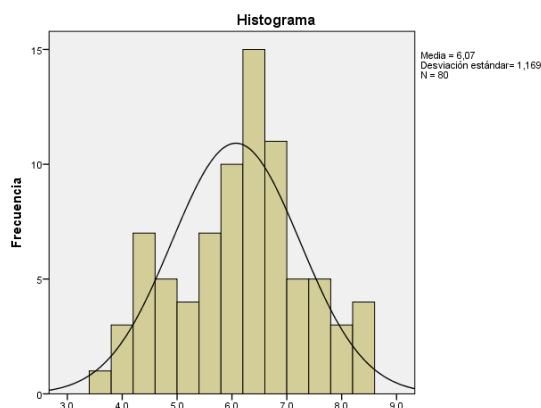


Gráfico 3 Histograma del logro de aprendizaje general en el ambiente computacional

Las unidades de aprendizaje correspondieron a las siguientes temáticas: Módulo 1: Estudio de la célula Microscopía, el Módulo 2: La teoría Celular, Módulo 3: Origen de la célula, Módulo 4: La célula Módulo 5: Organización Celular. La tabla 13 presenta los logros de aprendizaje en las diferentes unidades.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
U1	80	1	9	5,11	2,000
U2	80	2	9	5,16	1,717
U3	80	2	10	6,25	1,790
U4	80	3	10	6,54	1,764
U5	80	3	10	7,30	1,739
N válido (por lista)	80				

Tabla 13 Logro de aprendizaje de los estudiantes en las cinco unidades de aprendizaje

Los promedios de las notas de los estudiantes durante el desarrollo del curso presentan un comportamiento esperado en las cinco primeras unidades, pues se evidencia que mejoraron sus desempeños progresivamente.

Análisis multivariado (MANCOVA)

Verificación de supuestos

En el estudio los resultados, se evaluaron por medio de un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA). Para la aplicación de este análisis, son tres los supuestos que se deben verificar: 1) la normalidad de las variables dependientes, 2) la correlación de las medidas dependientes y, 3) la homogeneidad de las matrices entre los grupos (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 2007).

El primer supuesto se verificó por medio del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) aplicado a las categorías del CP-SRLI y el logro del aprendizaje. Los resultados permiten deducir que se cumple la condición de normalidad en todas las categorías, pues en todos los casos las distribuciones resultantes no difieren de forma significativa de la distribución normal, aunque en

el caso de la categoría motivación se encuentra 0,029 por debajo del valor aceptado que corresponde a los valores de $p \geq 0,050$ (tabla 14).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	Gl	Sig.
Logro final	,084	80	,200*
POST-PLANIF	,087	80	,200*
POST-MOTIVACION	,105	80	,029
POST-MONITOREO	,087	80	,200*
POST-ESTRATEG	,078	80	,200*
POST-AUTOEVAL	,089	80	,179

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 14 Normalidad de las variables dependientes

Para el segundo de los supuestos, se aplicó el test de Bartlett de esfericidad es de 0,808, este es un valor aceptable en el que se obtuvo un $\chi^2 = 238,534$ y un $p \leq 0,001$, estos resultados indican que la matriz de correlaciones resultante difiere de forma significativa de una matriz identidad, por lo que se verifica en nivel de correlación entre variables dependientes.

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,808
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	238,534
	Gl	15
	Sig.	,000

Tabla 15 Prueba de KMO y Bartlett

El tercer supuesto se verificó por medio de la prueba M de Box, esta presentó una $F = 1,007$ y $(p\text{-valor}) > 0,05$ las covarianzas son iguales, se asume que los componentes de las variables dependientes son iguales, por lo que se cumple este supuesto.

**La prueba de cuadro de la
igualdad de matrices de
covarianzas^a**

M de Box	222,110
F	1,007
Sig.	,461

Prueba la hipótesis nula que las matrices de covarianzas observadas de las variables dependientes son iguales entre los grupos.

Tabla 16 Prueba de cuadro de igualdad de covarianzas M de Box

Análisis MANCOVA para el desarrollo de las habilidades metacognitivas

Para presentar los resultados del análisis multivariado de covarianza (MANCOVA), en primer lugar, se examina las categorías CP-SRLI.

El análisis MANCOVA estableció que, los resultados de la tabla 17 muestran que la covariable planificación (pretest) tiene una asociación significativa con el post test de planificación y motivación (postest); $F(4,056) p \leq 0,05$. La covariable Estrategias (pretest) tiene un efecto estadísticamente significativo con planificación (postest); $F(4,35) p \leq 0,05$ y con estrategias del post test $F(6,032) p \leq 0,05$. Estos resultados muestran que el estado inicial de cada variable es el predictor de su estado final; adicionalmente, este aspecto permite afirmar que el instrumento CP-SRLI presenta una confiabilidad alta.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	n2	F	Sig.
Modelo corregido	POST-PLANIF	12,377 ^a	2,349	,012
	POST-MOTIVACION	16,113 ^b	1,885	,048
	POST-MONITOREO	8,837 ^c	2,232	,017
	POST-ESTRATEG	11,315 ^d	3,159	,001
	POST-AUTOEVAL	16,142 ^e	1,452	,160
Intersección	POST-PLANIF	9,761	24,087	,000
	POST-MOTIVACION	6,674	10,147	,002

	POST-MONITOREO	14,816	48,648	,000
	POST-ESTRATEG	11,816	42,885	,000
	POST-AUTOEVAL	9,549	11,168	,001
PREPLANIF	POST-PLANIF	1,238	4,056	,055
Covariable	POST-MOTIVACION	,299	,455	,052
	POST-MONITOREO	,081	,266	,607
	POST-ESTRATEG	,240	,870	,354
	POST-AUTOEVAL	,308	,360	,551
PREMOTIVACION	POST-PLANIF	,361	,891	,349
Covariable	POST-MOTIVACION	,035	,054	,818
	POST-MONITOREO	,103	,337	,564
	POST-ESTRATEG	,018	,064	,801
	POST-AUTOEVAL	,354	,414	,522
PREMONITOREO	POST-PLANIF	,000	,000	,983
Covariable	POST-MOTIVACION	,024	,036	,849
	POST-MONITOREO	,644	2,115	,151
	POST-ESTRATEG	,127	,459	,500
	POST-AUTOEVAL	,377	,441	,509
PREESTRATEG	POST-PLANIF	1,765	4,356	,041
Covariable	POST-MOTIVACION	1,317	2,002	,162
	POST-MONITOREO	,236	,776	,382
	POST-ESTRATEG	1,742	6,323	,014
	POST-AUTOEVAL	,244	,285	,595
PREAUTOEVAL	POST-PLANIF	,482	1,189	,280
Covariable	POST-MOTIVACION	1,100	1,673	,200
	POST-MONITOREO	,001	,002	,964
	POST-ESTRATEG	,363	1,318	,255
	POST-AUTOEVAL	,907	1,061	,307
Software	POST-PLANIF	1,677	2,069	,134
	POST-MOTIVACION	3,325	2,528	,058
	POST-MONITOREO	,553	,907	,409
	POST-ESTRATEG	1,678	3,046	,050
	POST-AUTOEVAL	1,896	1,109	,336
NECFT	POST-PLANIF	1,179	1,455	,241
	POST-MOTIVACION	1,174	,892	,415
	POST-MONITOREO	1,436	2,358	,103
	POST-ESTRATEG	1,265	2,296	,109
	POST-AUTOEVAL	,137	,080	,923

software * NECFT	POST-PLANIF	1,860	1,148	,342
	POST-MOTIVACION	1,718	,653	,627
	POST-MONITOREO	2,042	1,676	,166
	POST-ESTRATEG	1,640	1,488	,216
	POST-AUTOEVAL	7,788	2,277	,050

a. R al cuadrado = ,316 (R al cuadrado ajustada = ,182)

b. R al cuadrado = ,271 (R al cuadrado ajustada = ,127)

c. R al cuadrado = ,305 (R al cuadrado ajustada = ,169)

d. R al cuadrado = ,384 (R al cuadrado ajustada = ,262)

e. R al cuadrado = ,222 (R al cuadrado ajustada = ,069)

Tabla 17 Resultados del análisis multivariado de covarianza (MANCOVA) en las categorías CP-SRLI

Los resultados muestran un efecto del ambiente computacional sobre el desarrollo de las habilidades metacognitivas en la categoría motivación y monitoreo. Lo anterior probablemente esté relacionado con que los estudiantes desarrollaran este tipo de habilidades durante el desarrollo del software por lo que el andamiaje pudo haber ejercido un efecto significativo en el desarrollo de estas dos habilidades metacognitivas (Schraw, 2010; Schraw & Moshman, 1995).

También es posible que el andamiaje metacognitivo presentará una clara intencionalidad al inducir al aprendiz a las estrategias de monitoreo permitiendo que el estudiante avanzará en este aspecto de las habilidades metacognitivas. Con respecto a las variables estilo cognitivo y estilo de aprendizaje no se presentan asociaciones significativas con el andamiaje, posiblemente porque Ambiente computacional no incorpora los suficientes elementos en su estructura que favorezcan las diferencias individuales de los sujetos y en esta medida desarrollar habilidades metacognitivas mediante este variable de asociación.

Análisis multivariado (MANCOVA) para el logro del aprendizaje

Para analizar el efecto de la variable independiente ambiente computacional y las variables asociadas estilo cognitivo sobre la variable dependiente logro del aprendizaje, se realizó un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA) (tabla 18).

Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	n2	F	Sig.
Modelo corregido	Logro final	65,630 ^a	12,042	,000
Intersección	Logro final	5,030	8,307	,005
LOGROPREVIO	Logro final	2,758	4,554	,036
Covariable				
Software	Logro final	51,590	42,596	,000
NECFT	Logro final	3,414	2,819	,066
software * NECFT	Logro final	1,574	,650	,629

a. R al cuadrado = ,608 (R al cuadrado ajustada = ,557)

b. R al cuadrado = ,315 (R al cuadrado ajustada = ,227)

c. R al cuadrado = ,326 (R al cuadrado ajustada = ,239)

d. R al cuadrado = ,304 (R al cuadrado ajustada = ,215)

e. R al cuadrado = ,382 (R al cuadrado ajustada = ,302)

f. R al cuadrado = ,536 (R al cuadrado ajustada = ,476)

Tabla 18 Resultados del análisis multivariado de covarianza (MANCOVA)

Con respecto a la variable dependiente logro de aprendizaje de competencias científicas se presentan efectos significativos, en la Covariable logro previo $F(4,554)$; $p \leq 0,036$ $n^2=2,75$ pues los resultados muestran que el logro de aprendizaje final obtuvo mejor rendimiento con respecto al inicial. Se puede deducir que el software obtuvo un efecto significativo en el logro de aprendizaje final $F(42,596)$; $p \leq 0,00$ $n^2=51,590$. Las variables asociadas estilo cognitivo y la relación entre el estilo cognitivo y software se encuentran en el límite por encima del $p \leq 0,05$, lo que indica que no posiblemente hay un efecto cercano entre estas variables y el logro de aprendizaje final.

Con respecto a la variable independiente, el andamiaje metacognitivo (Software) presenta efectos significativos en el logro del aprendizaje, pues los resultados muestran que los estudiantes que trabajaron con el andamiaje fijo obtuvieron mejor rendimiento en comparación con los sujetos que trabajaron con el andamiaje desvanecido y sin andamiaje, además podemos comparar que el andamiaje desvanecido obtuvo mejores resultados que el grupo sin andamiaje. (Gráfico 18).

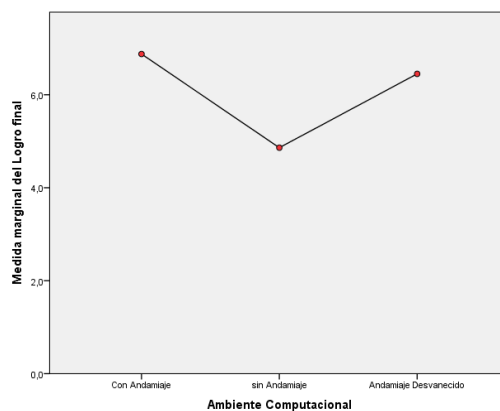


Gráfico 4 Logro del aprendizaje en las modalidades del ambiente computacional

Por otra parte, se observa un efecto del estilo cognitivo en el sentido de que los estudiantes dependientes de campo obtuvieron mejores logros en las pruebas de conocimiento, seguidos de los intermedios y estos, de los independientes (Gráfico 19). Asimismo, los resultados muestran una interacción del andamiaje con el estilo cognitivo, lo cual se traduce en que los estudiantes dependientes mejoraron su logro de aprendizaje con ayuda del andamiaje fijo y desvanecido, mientras que los estudiantes intermedios e independientes de campo les favoreció la interacción con el andamiaje fijo.

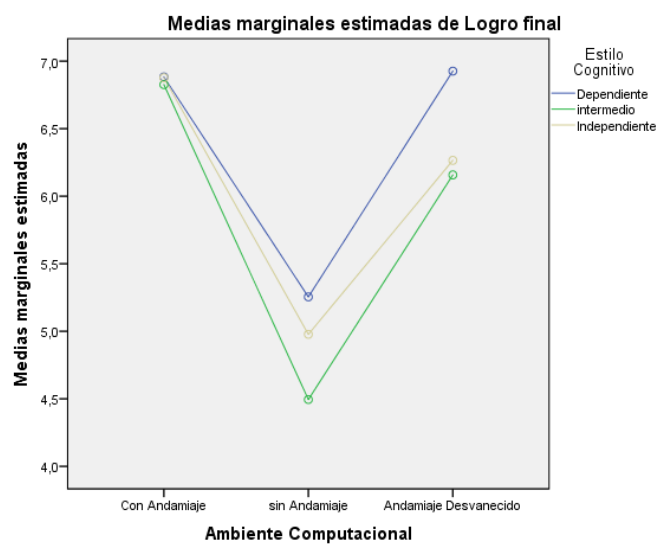


Gráfico 5 Logro del aprendizaje según el estilo cognitivo en las modalidades del ambiente computacional

Para explorar el efecto del andamiaje sobre el logro del aprendizaje y su relación con el estilo cognitivo, se realiza el contraste de Bonferroni. La tabla 19 presenta los resultados que indican diferencias significativas entre los estudiantes independientes de campo, intermedios y dependientes de campo ($p < 0,005$).

Comparaciones por parejas

Variable dependiente	(I) Ambiente Computacional	(J) Ambiente Computacional	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^b	95% de intervalo de confianza para diferencia ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Logro final	Con Andamiaje	sin Andamiaje	1,953*	,224	,000	1,403	2,503
		Andamiaje Desvanecido	,412	,217	,186	-,121	,945
	sin Andamiaje	Con Andamiaje	-1,953*	,224	,000	-2,503	-1,403
		Andamiaje Desvanecido	-1,541*	,217	,000	-2,073	-1,009
	Andamiaje	Con Andamiaje	-,412	,217	,186	-,945	,121
	Desvanecido	sin Andamiaje	1,541*	,217	,000	1,009	2,073

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

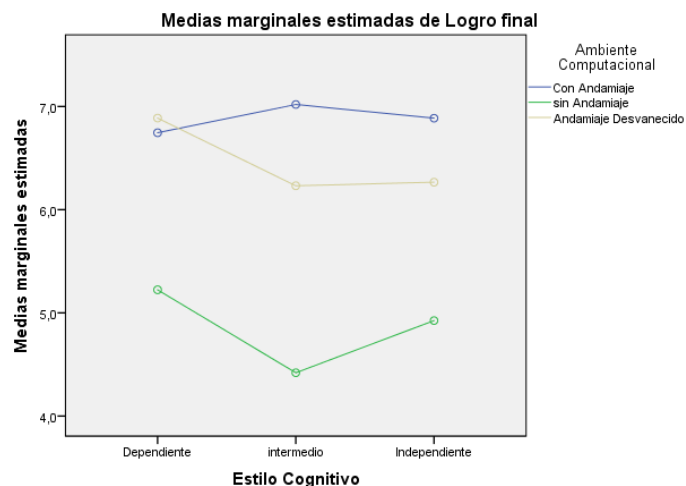
b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Tabla 19 Contraste de Bonferroni para comparar el logro del aprendizaje y el ambiente computacional

Los resultados de la tabla 19 muestran diferencias significativas entre el logro del aprendizaje de los estudiantes que interactuaron con AM fijo, el desvanecido y sin andamiaje ($p < 0,05$), es decir, los estudiantes que desarrollaron las tareas con el andamiaje fijo obtuvieron mejores logros de aprendizaje.

Con el propósito de hacer un análisis más detallado de las interacciones entre el logro del aprendizaje, el estilo cognitivo y el tipo de andamiaje se realiza un contraste de Bonferroni con estas tres variables. En este sentido, los resultados de la Gráfico 20 muestran diferencias en el nivel de significancia ($p < 0,05$) en el logro del aprendizaje de los estudiantes que interactuaron con las

tres versiones de Ambiente computacional de la siguiente manera; los sujetos IC e INT se ven beneficiados del andamiaje fijo, mientras que los aprendices DC por el andamiaje desvanecido.



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: PRE-PLANIF = 3,61875, PRE-MOTIVACION = 3,51250, PRE-MONITOREO = 3,73393, PRE-ESTRATEG = 3,60982, PRE-AUTOEVAL = 3,54643, LOGRÓ PREVIO = 4,273

Gráfico 6 Logro del aprendizaje según el estilo cognitivo en las modalidades del ambiente computacional

Análisis de la interacción de los estudiantes con Ambiente Computacional

Como ya se había mencionado, el andamiaje se probó con ayuda de un curso en Articulate 3.0 para potenciar el logro de aprendizaje de competencias en ciencias naturales. El curso contenía cinco unidades de aprendizaje y al finalizar cada unidad los estudiantes respondieron una evaluación de aprendizaje con ayuda de Ambiente computacional. El andamiaje presentó tres versiones: fija, desvanecido y sin andamiaje, en las dos primeras versiones los estudiantes planearon, ejecutaron y evaluaron las competencias en ciencias, al mismo tiempo que monitoreaban y controlaban su actividad metacognitiva. Durante la planeación, el aprendiz diseñó un plan a partir de los siguientes aspectos: meta de aprendizaje, tiempo, conocimiento del tema, estrategias de aprendizaje.

El monitoreo se desarrolló mediante activadores metacognitivos, en donde el estudiante valora su proceso en una escala Likert de 1 a 5. Finalmente, en la autoevaluación del andamiaje, en donde

el aprendiz se cuestiona sobre la calidad de su proceso de aprendizaje y el nivel de profundidad alcanzado.

De acuerdo con los aspectos mencionados, a continuación, analizaremos los datos obtenidos durante el proceso del desarrollo del andamiaje metacognitivo de los estudiantes con el ambiente computacional en cada unidad de aprendizaje. Los registros que se examinarán son uso del andamiaje desvanecido y fijo, planeación (metas de aprendizaje, tiempos, estrategias), monitoreo (activadores metacognitivos) y reflexión del andamiaje (autoevaluación del andamiaje).

Uso del andamiaje fijo y Desvanecido

Siendo el andamiaje fijo y desvanecido un valor de la variable independiente, a continuación, se presenta un reporte de estas dos versiones de ambiente computacional por cada unidad de aprendizaje. Desde 3 aspectos del andamiaje metacognitivo, la Planeación (metas, tiempo, estrategias, autoeficacia), el monitoreo (activadores metacognitivos y pruebas) y la reflexión (autoevaluación del aprendizaje).

Planeación

Un aspecto importante de la planeación para los estudiantes es fijar una meta de aprendizaje de acuerdo con los requisitos de la actividad educativa. En este sentido, ambiente computacional incorporó este requerimiento en su estructura y se logró establecer que los estudiantes que interactuaron con una planeación en el andamiaje fijo en todas las unidades y en el desvanecido solo en la 1 y 2 unidad y luego escogiesen si lo hacían o no.

En este sentido podemos observar que tienden a establecer metas en el nivel intermedio en el andamiaje fijo mientras que en desvanecido pasan a básico y en las últimas unidades de aprendizaje se plantean metas avanzadas. También se observa a lo largo de las unidades que el porcentaje de estudiantes que fijan metas en un nivel avanzado aumenta, lo que probablemente se debe a que los estudiantes ganan confianza en el desarrollo de las actividades y manejan de manera eficiente el andamiaje. Con respecto al andamiaje desvanecido, se aprecia que los estudiantes solo en las dos unidades se plantean metas avanzadas (Gráfico 21).

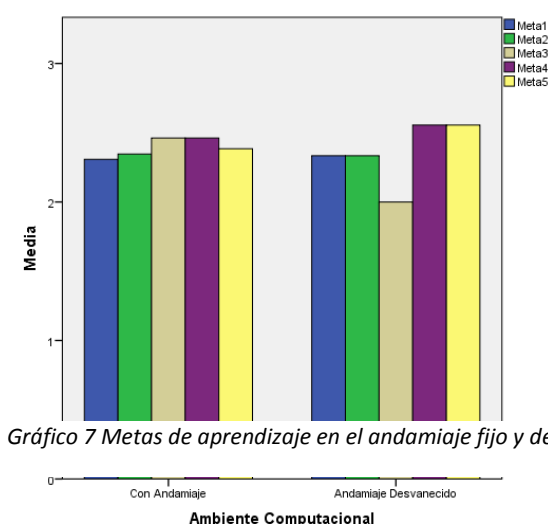


Gráfico 7 Metas de aprendizaje en el andamiaje fijo y desvanecido

Los resultados muestran diferencias entre las metas de aprendizaje del grupo que interactuó con el andamiaje fijo y el desvanecido. Por un lado, los aprendices que interactuaron con el andamiaje fijo a medida que el curso avanzaba se exigían cada vez más, lo que deja ver que el andamiaje permite que el estudiante adquiera confianza en los resultados obtenidos y desarrolle competencias en la búsqueda de información de manera gradual. Por el contrario, los estudiantes que interactuaron con el andamiaje desvanecido se mostraron poco arriesgados en la unidad 3 y se fijaron metas en el nivel básico e intermedio durante casi todo el curso.

Los datos permiten concluir que los estudiantes que interactuaron con el andamiaje fijo se proponen menos tiempo en el desarrollo de las tareas, seguidos de los que interactuaron con el

andamiaje desvanecido. Este hallazgo es un aspecto positivo del andamiaje, pues se comprobó que los estudiantes con el andamiaje fijo presentan mejores logros de aprendizaje adicionalmente disminuyeron sus tiempos de consulta (Gráfico 22).

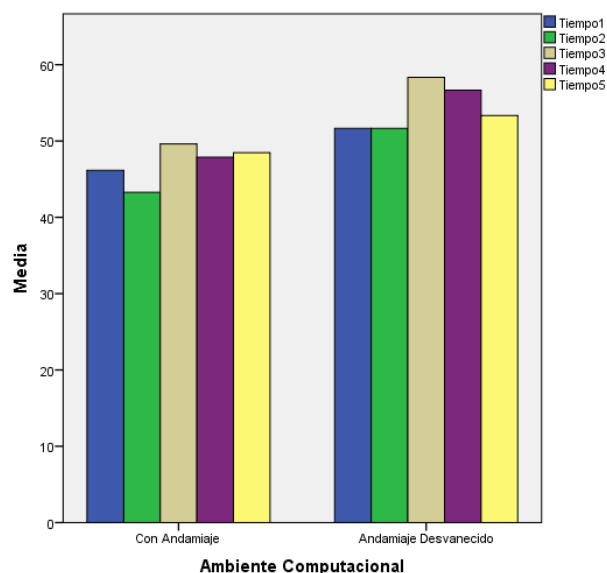


Gráfico 8 Tiempo empleado en el desarrollo de la tarea de aprendizaje según la modalidad del andamiaje

Dentro de la planeación los estudiantes también evaluaron otros aspectos como las estrategias, cuanto sabían de los temas a través de las unidades, la importancia de las temáticas y la competitividad que tenían para desarrollar las unidades de aprendizaje, en este sentido podemos observar que estas 4 variables tienen un porcentaje menor en el andamiaje desvanecido, esto quiero decir que los estudiantes valoran en una menor medida dentro del andamiaje desvanecido.

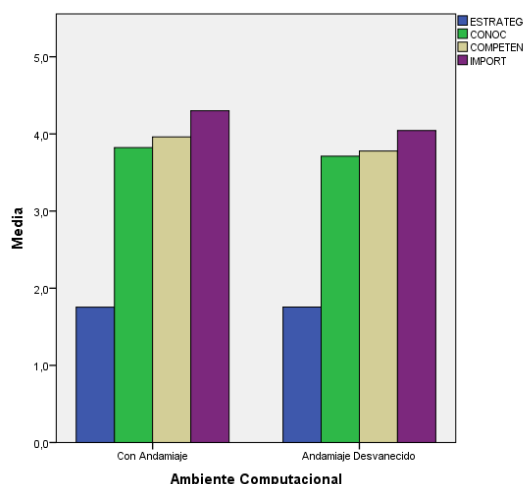


Gráfico 9 Items empleado en el desarrollados en la planeación según la modalidad del andamiaje

En este orden de ideas, el bajo uso del andamiaje desvanecido también se puede relacionar con las estrategias pues algunos estudios indican que los sujetos hacen pocos cambios a sus estrategias metacognitivas, así estas no arrojen los mejores resultados. En este sentido, probablemente los estudiantes accedieron poco y accedieron a la ayuda de las estrategias básicas (Mansourian, 2008; R. Martinez et al., 2010).

Monitoreo

Dentro del monitoreo se observó las tareas de aprendizaje que desarrollaron los estudiantes, además los estudiantes pudieron monitorear su aprendizaje mediante 12 activadores metacognitivos de los cuales podemos deducir que los estudiantes con andamiaje fijo realizaron mayor monitoreo en la unidad de aprendizaje 1, 4 y 5, mientras que en el andamiaje desvanecido el monitoreo fue mayor en la unidad 1 y 2; y luego bajo esta actividad en los estudiantes, esto puede deberse a que los estudiantes dejaron de lado el andamiaje.

Sin embargo, se puede observar que el monitoreo en el andamiaje fijo es mucho mayor que en el grupo que tiene el andamiaje desvanecido (Mansourian, 2008; R. Martinez et al., 2010).

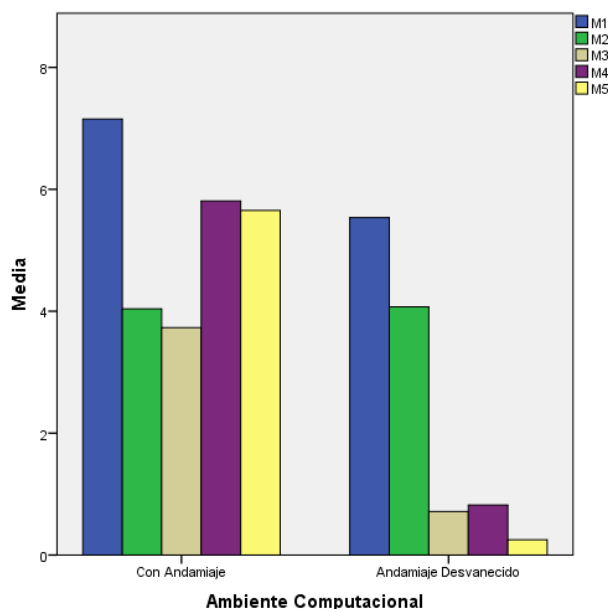


Gráfico 10 Monitoreo según la modalidad del andamiaje

Frente a los activadores metacognitivos podemos concluir que en términos generales tienen mayor valoración en el ambiente computacional fijo, es decir que los estudiantes valoran sus habilidades metacognitivas más altas, mientras que en el andamiaje desvanecido son un poco más bajas. Las dos valoraciones tienen intermedias en una escala Likert de 1 a 5.

Los activadores, 4, 6, 7 y 10 son los de mayor puntuación en el andamiaje fijo, estos hablan de ¿Está logrando la meta que se propuso?, ¿el contenido del módulo es claro para usted?, ¿Está lista para responder cualquier tipo de pregunta?, ¿Está lista para evidenciar su aprendizaje en el tema de la célula?, mientras que los estudiantes del andamiaje desvanecido tuvieron mayor puntuación en los siguientes activadores, ¿Es capaz de poner a prueba su comprensión sobre este tema? Y ¿Está lista para evidenciar su aprendizaje en el tema de la célula?, los demás activadores se encontraron en el promedio.

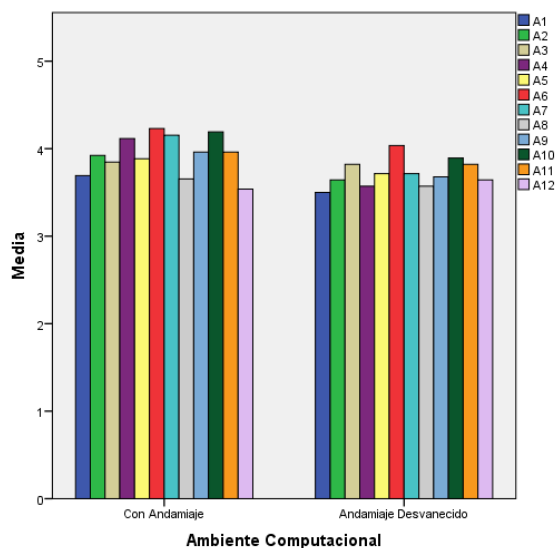


Gráfico 11 Activadores metacognitivos en la etapa de monitoreo según la modalidad del andamiaje

Reflexión del Andamiaje

Para finalizar se realiza la reflexión final del andamiaje, en esta etapa podemos deducir que los estudiantes que interactuaron con el andamiaje desvanecido le dan una valoración más alta a su proceso de reflexión final en una medida tendiente a la media, mientras que los que interactuaron con el andamiaje fijo es más baja la valoración que se dan en su proceso de reflexión, esto puede deberse a que son niñas de primaria y cuando observan su desempeño en las evaluaciones tienden a disminuir su valoración, o por el contrario hacen una reflexión profunda de su proceso de aprendizaje.

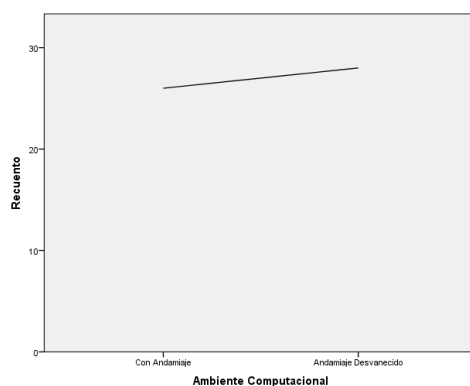


Gráfico 12 Reflexión del andamiaje (autoevaluación) según la modalidad del andamiaje

CAPÍTULO 5. Discusión y Conclusiones.

Los resultados de esta investigación muestran que el uso de un andamiaje de tipo metacognitivo implementado en un ambiente computacional incidió, de manera positiva y significativa en el logro de aprendizaje de estudiantes de básica primaria el logro de competencias científicas y además favoreció el desarrollo de la capacidad metacognitiva. Este estudio deja en evidencia el apoyo pedagógico que constituyen los andamiajes computacionales para los estudiantes en cuanto a la construcción de sus propios conocimientos y del mismo modo, el apoyo que estos representan en el monitoreo y control de su propio proceso de aprendizaje.

Los resultados reportados en el presente estudio resultan coherentes con los hallazgos reportados por otros estudios en este campo de investigativo en lo que compete al potencial pedagógico que constituyen los andamiajes computacionales en lo que respecta a la obtención de logros de aprendizaje de los estudiantes en los diferentes dominios de conocimiento, en especial aquellos que resultan desafiantes y complejos como es el caso de las Ciencias Naturales. (Azavedo, 2005; Jacobson & Azevedo, 2008).

El modelo de análisis de covarianza MANCOVA, realizado en la fase de resultados, se representa en la tabla 17, se evidencia que el andamiaje de tipo metacognitivo tuvo efectos positivos y significativos sobre el incremento de las habilidades metacognitivas en los estudiantes. Por otro lado, es interesante el resultado obtenido en lo relacionado con el estilo cognitivo, ya que el uso del andamiaje de tipo metacognitivo parece minimizar las diferencias presentadas inicialmente entre los estilos. Además, este análisis evalúa el efecto del andamiaje en sus tres versiones (fijo, desvanecido y sin andamiaje) sobre el desarrollo de las habilidades metacognitivas

y el logro del aprendizaje en estudiantes de primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC.

Incremento de la capacidad metacognitiva

El grafico 19 y 20 muestran que los sujetos que interactuaron con el ambiente computacional, de manera fija, mejoraron el desarrollo de las habilidades metacognitivas de manera significativa en las categorías de planificación, motivación y estrategias de monitoreo. Por el contrario, el curso que interactuó con el ambiente computacional desvanecido no utilizó el andamiaje en las últimas etapas de desarrollo, lo que hizo que los estudiantes presentarán un desarrollo en las habilidades metacognitivas más bajo que los estudiantes que interactuaron con el andamiaje fijo, en las mismas categorías mencionadas anteriormente. Lo anterior concuerda con estudios previos que han demostrado que los andamiajes fijos son efectivos cuando soportan procesos de aprendizaje basados en ambientes computacionales y que aún falta por indagar acerca de los andamiajes desvanecidos (Zhang & Quintana, 2012).

De la investigación adelantada se esperaba encontrar que los estudiantes que interactuaron con la versión de andamiaje fijo y desvanecido presentaran un nivel de desarrollo en habilidades metacognitivas similar en las dos versiones y en todas las categorías metacognitivas planteadas. Sin embargo, esto no sucedió; hecho que seguramente puede ser explicado porque la población a la que fue dirigida es primaria, en estos cursos no se refuerzan las habilidades metacognitivas, los estudiantes son todavía muy conductistas y no son receptivos a la sugerencia de otros procesos de autorregulación del aprendizaje. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Chang et al., 2002 y Lakkala et al., 2005, quienes encontraron que los andamiajes opcionales y desvanecidos pueden ser ignorados por los estudiantes, en algunas ocasiones. En este sentido, la conducta de los estudiantes del grupo que tenían la opción de utilizar ambiente computacional fijo fue similar al

grupo del andamiaje desvanecido. Fue evidente que este grupo utilizó poco el andamiaje a pesar del conocimiento que tenía de su existencia y de sus bondades.

Adicionalmente, el análisis de resultados permite deducir que los estudiantes DC obtuvieron mayor beneficio de la interacción con el andamiaje, pues presentaron mejores desempeños académicos en comparación con los intermedios y estos de los independientes. También, se estableció que el andamiaje potencializa el logro del aprendizaje en relación con el estilo cognitivo, pues los resultados indican que los estudiantes IC y INT que interactuaron con el andamiaje fijo mejoraron sus logros de aprendizaje en comparación con los que interactuaron con el andamiaje desvanecido, del mismo modo, se logra establecer que los sujetos DC se ven favorecidos por el andamiaje fijo y desvanecido (Angeli, 2013; Angeli et al., 2009; Ghinea & Chen, 2003). Por último, se concluyó que los estudiantes que no interactuaron con el andamiaje presentaron diferencias en relación con el logro del aprendizaje también, sin embargo, fue más bajo que los otros dos ambientes computacionales (Gráfico 20), lo que nos indica que el modelo pedagógico y las herramientas de la realidad aumentada potencian también el logro de aprendizaje.

Asimismo, es necesario indicar que en otras condiciones los ambientes computacionales han impactado positivamente el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes con estilo cognitivo DC (Leader & Klein, 1994; López & Hederich, 2010); lo anterior debido posiblemente a que los estudiantes han interactuado con ambientes hipermediales.

Los datos arrojados en el estudio muestran que la covariable pre-test, CP-SRLI, tiene un efecto estadísticamente significativo sobre algunas variables en especial sobre el estado final de las mismas variables. Por tanto, los resultados evidencian que las covariables son buenos predictores de las variables en su estado final, lo cual demuestra que el CP-SRLI cuenta con alta confiabilidad, el incremento de las habilidades metacognitivas se puede explicar dadas las características del

andamiaje computacional. Este andamiaje propone al estudiante la formulación de juicios metacognitivos en las diferentes etapas propuesta en la estructura del ambiente de aprendizaje, llevando al estudiante al continuo control y monitoreo de su propio proceso.

Los juicios metacognitivos (activadores metacognitivos), se presentan antes, durante y después de cada unidad de aprendizaje en busca del reconocimiento de su propio proceso y al mismo tiempo llevándolos a la continua reflexión sobre lo que se conoce, lo que se entiende y finalmente lo que se logra comprender. El andamiaje le permite al estudiante reforzar los procesos básicos de la metacognición, de igual manera en el momento final del ambiente computacional el estudiante tiene la posibilidad de reflexionar frente a su proceso metacognitivo, siendo esto muy favorable ya que lo lleva a reconocimiento y toma de conciencia de sus conocimientos. Por otro lado, el uso del andamiaje permite al estudiante mantener el control sobre su escenario de aprendizaje, haciendo más fácil la regulación de su propio proceso de aprendizaje (Young, 1996).

Continuando la discusión los resultados reportados en la presente investigación reafirman los descubrimientos de Azevedo (2005) quien reportó que los estudiantes que interactúan con ambientes de aprendizaje computacionales logran un proceso de planeación y monitoreo eficaz; por su parte y en coherencia con este, Moos & Azevedo (2008) quienes encontraron que un andamiaje les permitió a los estudiantes monitorear su proceso de aprendizaje lo cual los llevó al mejoramiento del logro de aprendizaje en el área de Ciencias Naturales. Del mismo modo otro estudio realizado por Kramarski & Mizrachin (2006) afirma que el uso de andamiajes computacionales en relación con las habilidades metacognitivas potencia el logro de aprendizaje en el área de matemáticas, lo cual puede ser transferido a otras áreas del conocimiento.

En conclusión, los resultados reportados en la presente investigación constituyen un apoyo frente al conocimiento de los procesos metacognitivos en el logro de aprendizaje de las ciencias

naturales. Este tipo de investigaciones genera nuevas oportunidades relacionadas con el campo de la didáctica en busca de elevar el nivel de autonomía de los estudiantes llevándolos al conocimiento de los diferentes aspectos de su propia actividad cognitiva; incluyendo el conocimiento de sus propias habilidades de procesamiento de información, así como el conocimiento acerca de la naturaleza de diferentes habilidades metacognitivas y las estrategias para enfrentarse estas a través del conocimiento de sus propios procesos (Wolfgang & Kathrin 2002).

Logro de aprendizaje en Ciencias Naturales

Esta investigación evalúa el efecto diferencial que ejerce un andamiaje metacognitivo con tres versiones (fijo, desvanecido y sin andamiaje) sobre el logro del aprendizaje en estudiantes de básica primaria con diferente estilo cognitivo. Los resultados muestran que existe una alta capacidad explicativa del logro del aprendizaje por parte de la variable independiente (Ambiente computacional).

Los análisis del estudio señalan que los andamiajes metacognitivos fijos favorecen el logro de aprendizaje. Lo anterior constituye una demostración empírica en este ámbito de investigación y apoya los resultados de diferentes estudios que relacionan el logro del aprendizaje y los andamiajes (Angeli, 2013; Angeli et al., 2009; López & Hedererich, 2011). También, según este análisis, se puede afirmar que los estudiantes que interactuaron con el andamiaje fijo presentaron mejores logros de aprendizaje en comparación con los estudiantes que interactuaron con el andamiaje desvanecido y quienes no lo utilizaron. Este hallazgo coincide con estudios previos, en los que se da cuenta de que los andamiajes fijos favorecen, en cierta medida, el logro de aprendizaje (Christof, Ingo, & Frank, 2010; Ge, 2005; Jacobson & Archodidou, 2000; Shapliro, 2000).

Por otra parte, una posible explicación de los resultados del andamiaje desvanecido es que los estudiantes no lo perciben como una herramienta que pueda guiar el desarrollo de sus tareas de

aprendizaje aplicando las estrategias que ya conocen, así estas no sean las más efectivas. Esto, probablemente, debido a que los aprendices no tienen una experiencia directa con el uso del andamiaje y, por tanto, no conocen sus bondades y potencialidad que representa para el desarrollo de las tareas (Cagiltay, 2006; Narciss et al., 2007; Proske, Narciss, & Körndle, 2007).

Los resultados del análisis de covarianza MANCOVA indican que la covariable logro previo evidencia una asociación significativa con el logro final. Lo que nuevamente confirma que el estado final de una variable es el estado inicial de la misma.

En relación con las variables independientes el efecto más significativo lo constituye la presencia del andamiaje de tipo metacognitivo, ya que los resultados evidencian que el grupo que interactuó con el ambiente que incluía en su estructura el andamiaje de tipo metacognitivo lograron mejores resultados que el grupo que interactuó con el ambiente sin el andamiaje de tipo metacognitivo y desvanecido. Del mismo modo es importante destacar el efecto del estilo cognitivo, teniendo en cuenta que los estudiantes dependientes evidencia mejores resultados que los estudiantes intermedios y estos a su vez mejores resultados que los estudiantes independientes.

Adicional a los efectos principales el análisis de covarianza MANCOVA, deja ver que la interacción entre el estilo cognitivo y la presencia del andamiaje no resulta significativa frente al logro de aprendizaje final, lo que propone que en presencia del andamiaje metacognitivo las diferencias entre los grupos de estilo cognitivo se minimizan, siendo prácticamente imperceptibles. Desde esta perspectiva el andamiaje resulta equitativo para todos los estudiantes, muestra que el proceso de aprendizaje en ambientes computacionales donde se incluye un andamiaje de tipo metacognitivo facilita el logro de aprendizaje en estudiantes de primaria con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC.

Por otro lado, los resultados arrojados en la investigación en lo relacionado al logro de aprendizaje obtenido por los estudiantes que interactúan con el ambiente sin el andamiaje de tipo metacognitivo corroboran los planteamiento de algunos investigadores los cuales sugieren que los estudiante que interactúan con escenarios de aprendizaje basados en la web o en computador no cuentan con las habilidades metacognitivas requeridas para lograr el monitoreo y control de su proceso de aprendizaje; por lo que la presencia de un andamiaje de tipo metacognitivo puede apoyar la solución de esta problemática. Desde esta perspectiva y la inclusión de juicios metacognitivos en la presente investigación se considera muy favorables ya que evidencia notoriamente un impacto en la planeación, motivación y monitoreo y por tanto en el logro de aprendizaje, frente a esto Myint (1996) En consecuencia es posible afirmar que la inclusión de un andamiaje de tipo metacognitivo en un Ambiente computacional propone cierta neutralización de las diferencias individuales dadas por el estilo cognitivo de cada estudiante frente al proceso de aprendizaje.

Finalmente, se espera que este análisis aporte al conocimiento de elementos que afectan el desempeño de los estudiantes frente a los ambientes computacionales apoyados en andamiajes metacognitivos. Pues surgen nuevos interrogantes acerca de cómo potencializar los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales y el impacto que esto genera en el logro de aprendizaje, pero quedan aún muchas soluciones desde los ambientes computacionales que permitirán mejorar los resultados de los aprendizajes.

Respuestas a las preguntas de investigación

A continuación, se responderán las preguntas de investigación planteadas en el primer capítulo de este documento a partir de los resultados encontrados en el estudio.

Primera pregunta de investigación:

¿Existen diferencias significativas sobre el logro de aprendizaje entre estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC en un ambiente computacional que incorpora un andamiaje fijo y desvanecido?

Los resultados de la investigación evidencian que el andamiaje de tipo metacognitivo que incorpora una andamiaje fijo y desvanecido tiene un efecto significativo sobre el logro de aprendizaje en Ciencias Naturales, tal como lo reporta (Díaz, 2011), dichas estrategias metacognitivas se evidencian en el logro de aprendizaje final obtenido por los sujetos. Esto da cuenta de la estrecha relación que se establece entre el desarrollo de habilidades metacognitivas generadas por los sujetos, lo que se evidencia con una mayor probabilidad de éxito en la obtención del logro de aprendizaje.

Es posible afirmar que el presente estudio puede contribuir tanto a educadores como investigadores para la realización de estudios relacionados con las estrategias metacognitivas en la comprensión lectora y el logro de aprendizaje a través de ambientes computacionales desarrollados en las ciencias naturales. La comprensión de los procesos involucrados en la metacognición puede influir en el desempeño de pruebas estandarizadas relacionadas con las competencias científicas.

La investigación deja interrogantes que proponen nuevos proyectos de investigación específicamente en lo que respecta a los procesos involucrados en el desarrollo de competencias en ciencias de básica primaria. Por lo pronto, los resultados obtenidos ofrecen un panorama prometedor en el logro de una educación que integre los ambientes computacionales en sus prácticas pedagógicas.

Segunda pregunta de investigación:

¿Qué efecto tiene un andamiaje metacognitivo implementado en un ambiente computacional bajo el modelo de indagación 5E y que contiene elementos de realidad aumentada, sobre la capacidad metacognitiva en estudiantes de básica primaria con diferente estilo de cognitivo en la dimensión DIC?

Los resultados muestran que la implementación del andamiaje metacognitivo para potenciar habilidades metacognitivas en su modalidad fija fomentó en estudiantes de primaria el desarrollo de habilidades metacognitivas en la categoría planeación, motivación y monitoreo (Hadwin & Winne, 2001). Esta herramienta computacional por medio de cuatro fases presenta elementos que promueven el desarrollo de habilidades metacognitivas como a) la planeación de estrategias, tiempos y metas, b) el monitoreo y control de las actividades metacognitivas y c) la evaluación de los resultados (Devolder et al., 2012; Mannheimer, 2010; Zhang & Quintana, 2012).

El software ha mostrado buenos resultados en el campo de la metacognición aplicada al desarrollo de competencias científicas. La implementación del ambiente computacionales es una apuesta de las TIC para mejorar los aprendizajes de los estudiantes que presentan debilidades en sus tareas además puede preparar a los sujetos para asumir su propio proceso de aprendizaje y se constituyen en una estrategia que puede fomentar la autorregulación del aprendizaje.

El modelo de indagación 5E y la realidad aumentada, también potenciaron el logro de aprendizaje final en el grupo que no contenía andamiaje, por lo tanto, en todos los grupos hay avance en esta variable. Lo que podría acompañar y potenciar los andamiajes con modelos pedagógicos y otras herramientas de interacción.

Contribuciones, limitaciones y recomendaciones

Contribuciones

A continuación, se presentan las contribuciones del estudio al campo de los andamiajes computacionales para el desarrollo de competencias científicas:

En primer lugar, un aporte en este ámbito de conocimiento tiene que ver con el andamiaje metacognitivo en un software que puede ser utilizado por estudiantes de primaria, los elementos de su diseño retoman aspectos de estudios que han mostrado buenos resultados en el campo de la metacognición aplicada al desarrollo de competencias científicas. La implementación de AMBI es una apuesta de las TIC para mejorar los aprendizajes de los estudiantes que presentan debilidades en sus tareas de aprendizaje.

En segundo lugar, la implementación de este tipo de escenarios de aprendizaje computacional favorece la capacidad de autorregulación del aprendizaje y prepara a los estudiantes desarrollar habilidades metacognitivas es necesario para lograr aprendizajes exitosos y, en esta medida, reducir las tasas de deserción.

En resumen, los estudios permiten concluir que los andamiajes computacionales impactan positivamente el aprendizaje. En este sentido, es clave que el andamiaje le proporcione a los estudiantes el apoyo suficiente para desarrollar sus tareas de aprendizaje, les permita establecer objetivos de aprendizaje y realizar un monitoreo constante que los lleve a implementar acciones de control sobre sus procesos de aprendizaje.

Limitaciones

El estudio presenta varias limitaciones que deben mencionarse para ayudar a interpretar los resultados. En primer lugar, es necesario referirse a la metodología cuasi-experimental empleada, pues los sujetos no se asignaron al azar y se trabajó con grupos naturales, lo que no permite

generalizar los resultados. En segundo lugar, nos encontramos con el instrumento que se utilizó para determinar las habilidades metacognitivas conocido como CP-SRLI, pues este es un cuestionario de autor reporte que presenta las percepciones de los estudiantes, que esperaríamos que fueran las reales, pero es de suponer que los sujetos tienden a dar respuestas socialmente aceptables. En tercer lugar, otra limitación de este estudio se relaciona con el escenario de aprendizaje ya que no realiza una caracterización inicial de los estudiantes que permita darles el apoyo diferencial durante el desarrollo de las competencias científicas. En este sentido, en futuras investigaciones, se podría pensar en incluir en el andamiaje elementos que se adapten a las características psicológicas y necesidades de aprendizaje de los sujetos.

Recomendaciones

Una de las limitaciones del estudio es que el ambiente computacional no realiza una caracterización inicial de los estudiantes que permita darles el apoyo diferencial durante el desarrollo de este. En este sentido, se podría pensar en futuras investigaciones en agregar al andamiaje elementos que se adapten a las características psicológicas y necesidades de aprendizaje de los sujetos. Otra posibilidad es que el andamiaje desvanecido se desarrolle en un mayor tiempo, ya que los estudiantes no observan la potencialidad de este andamiaje frente a las características que presenta, además sería muy interesante la aplicación en secundaria para contrastar los resultados que se dieron en primaria.

Referencias

Alonso, Catalina, Gallego, Domingo, & Honey, Peter. (1994). Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y Mejora. España.

Calcaterra, A., Antonietti, A., & Underwood, J. (2005). Cognitive style, hypermedia navigation and learning. *Computers & Education*, 44, 441-457. doi: 10.1016/j.compedu.2004.04.007

Gul, F., & Shehzad, S. (2012). Relationship between metacognition, goal orientation and academic achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1864-1868. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.914

Kim, K. (2000). Effects of Cognitive Style on Web Search and Navigation. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 531-536.

Lakkala, M., Muukkonen, H., & Hakkarainen, K. (2005). Patterns of scaffolding in computer-mediated collaborative inquiry. *Mentoring and Tutoring*, 13(2), 281-300. doi: 10.1080/13611260500107457

Li, D., & Lim, Ch. (2008). Scaffolding online historical inquiry tasks: A case study of two secondary school classrooms. *Science Direct*, 50, 1395-1410. doi: doi:10.1016/j.compedu.2006.12.013

López, O., Hederich, Ch., & Camargo, A. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-26.

Molenaar, I., Roda, C., Boxtel, C., & Slegers, P. (2012). Dynamic scaffolding of socially regulated learning in a computer-based learning environment. *Computers & Education*, 59, 515-523. doi: 10.1016/j.compedu.2011.12.006

Nelson, T., & Narens, L. (1990). Matamemory: a theoretical framework and new findings. *The psychology of learning and motivation*, 26, 125-173.

Pujol, L. (2008). Búsqueda de información en hipermedios: efecto del estilo de aprendizaje y el uso de estrategias metacognitivas. *Investigación y Postgrado*, 23(2), 45-67.

Quintana, Ch., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40, 235-244.

Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive Theories. *Educational Psychology* 7, 351-371.

Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role the tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.

Young, A., & Fry, J. (2008). Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 8(2), 1-10.

Zhang, M., & Quintana, Ch. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers & Education*, 58, 181-196. doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.016

Anexos

**ANEXO 1. INVENTARIO PERCEPCIÓN DE LOS NIÑOS SOBRE EL USO DEL
APRENDIZAJE AUTORREGULADO (CP-SRLI)**

**INVENTARIO PERCEPCION DE LOS NIÑOS SOBRE EL USO DEL APRENDIZAJE
AUTORREGULADO (CP-SRLI)**

**Sabrina Vandavelde, Hilde Van Keer, Yves Rosseel 2013.
ADAPTACION PARA EVALUAR LA METACOGNICIÓN EN LOS NIÑOS.**

Adaptado por Nathy Florez.

Colegio: _____ **Grado:** _____

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Sexo:** M__ F__

INSTRUCCIONES: Por favor lee cada enunciado y posteriormente selecciona tu respuesta de acuerdo con las siguientes claves:

Ítem	Valor
Nunca lo hago	1
Muy pocas veces lo hago	2
Algunas Veces lo hago	3
Frecuentemente lo hago	4
Casi Siempre lo hago	5

Responde francamente seleccionando las respuestas que mejor describan tus comportamientos o tus actitudes más comunes hacia tus trabajos y tareas académicas. Trata de hacer una evaluación de ti mismo, de cómo el enunciado te describe a ti; en términos de cómo piensas que debería ser, o de lo que otros piensan de ti. No hay respuestas correctas o incorrectas. Tus respuestas serán absolutamente confidenciales y únicamente serán empleadas para propósitos de investigación. Por favor contesta todos los enunciados, respetando el orden numérico del cuestionario.

Planificación.

1. Antes de empezar mi tarea escolar, puedo decidir qué hacer primero y qué después.
2. Si encuentro que mi trabajo escolar es difícil, le doy más tiempo.
3. Si tengo que hacer una tarea grande, empiezo algunos días antes y todos los días hago una parte.
4. Antes de comenzar mi tarea escolar, pienso cuánto tiempo necesitaré.

Motivación.

5. Antes de comenzar mi tarea escolar, leo las instrucciones cuidadosamente.
6. Antes de comenzar mi tarea escolar, me pregunto: '¿De qué se trata? ¿Qué es lo que ya sé sobre eso?'
7. Antes de comenzar mi tarea escolar, me pregunto: '¿Sé qué clase de tarea es esta?'
8. Si obtengo una tarea similar a la que ya hice, me pregunto: '¿Cómo me acerqué a ella la última vez? ¿Fue esa una buena manera?'
9. Antes de comenzar mi tarea escolar, me pregunto: '¿Qué siento sobre esta tarea (divertida, difícil, interesante, ...)?'
10. Antes de comenzar mi tarea escolar, me pregunto: '¿Tendré éxito?'

Monitoreo.

Cuando estudia, ...

11. Durante el desarrollo de mi trabajo escolar, me pregunto: '¿está bien como lo estoy realizando?'
12. Si Nota que algo no funciona en el desarrollo de la tarea, intenta buscar otra forma de hacerla.
13. Durante mi trabajo escolar, me pregunto: '¿Entiendo todo?'
14. Durante mi trabajo escolar, me pregunto: '¿Todavía tengo suficiente tiempo?'
15. Durante mi trabajo escolar, verifico lo que ya he hecho de vez en cuando y cuánto me falta hacer de mi tarea.
16. Durante mi trabajo escolar, sigo un plan.
17. Durante mi trabajo escolar, me pregunto: '¿Qué parte es difícil? ¿Qué tengo que practicar un poco más?'

Estrategias de Aprendizaje

Cuando estudia, ...

18. Leo y repito todo, una y otra vez hasta que lo sé de memoria.
19. Copio todo hasta que lo sepa de memoria.
20. Leo o estudio en voz alta.
21. Practico ejercicios hasta que sé todo sobre el tema.
22. Intento repetir el tema en mis propias palabras.
23. hago un resumen para estudiar.
24. Hago fichas de estudio para recordar el tema y que me quede más fácil.
25. Asocio el tema a lo que ya sé.
26. Busco ejemplos conectados a lo que estoy aprendiendo.
27. Hago cuestionarios y los respondo después de estudiar.
28. Hago dibujos, mapas conceptuales o mapas mentales.
29. Subrayo información importante o la escribe.
30. Busco información sobre los temas o temas principales.
31. Descubro el significado de las palabras difíciles.

Autoevaluación.

Después de terminar mi tarea escolar, ...

32. Repaso mis respuestas nuevamente.
33. Compruebo que no he olvidado nada.
34. Compruebo si hice todo lo que se me pidió.
35. Me pregunto si: '¿Lo he hecho de la manera correcta?'
36. Me pregunto: '¿Usaré ese camino la próxima vez, o debería elegir otra forma de hacerlo?'
37. Me pregunto: '¿Funcionó bien esa manera de hacerlo?'
38. Me pregunto: '¿Cómo me siento al respecto? (divertido, difícil, aburrido, interesante, ...)?'

ANEXO 2. PRUEBA DE FIGURAS ENMASCARADAS PARA NIÑOS (CEFT)

PRUEBA DE FIGURAS ENMASCARADAS PARA NIÑOS CEFT

Colegio: _____ Grado: _____

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: M ___ F ___



Figura Simple	Figuras Complejas
	


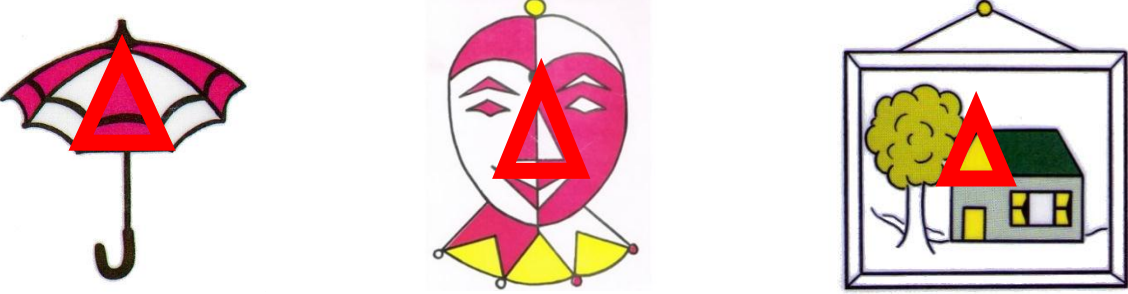
Figura Simple	Figuras Complejas
	


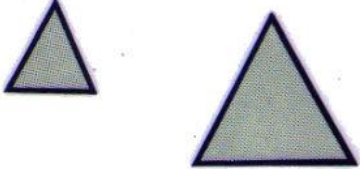


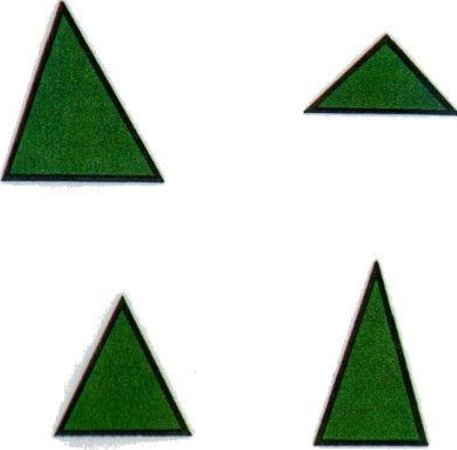
Figura Simple	Figuras Complejas
<p data-bbox="373 607 401 646">1</p> 	<p data-bbox="611 326 638 365">1</p>  <p data-bbox="1251 326 1278 365">2</p>  <p data-bbox="621 854 648 893">3</p>  <p data-bbox="1268 854 1295 893">4</p> 


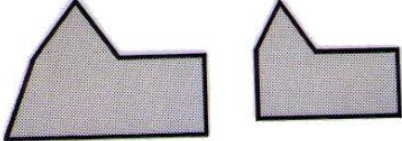
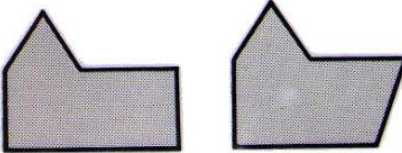
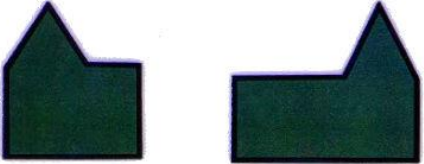
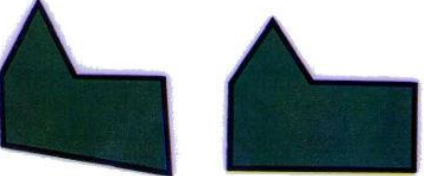
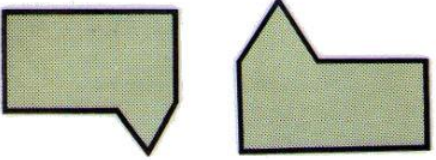
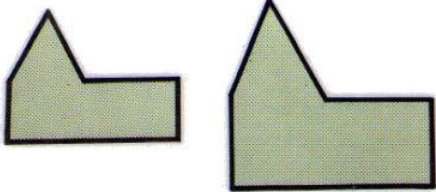
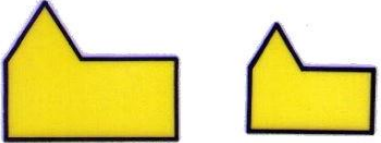
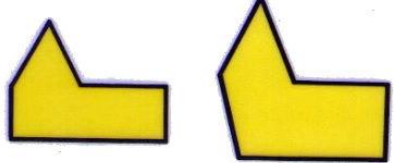

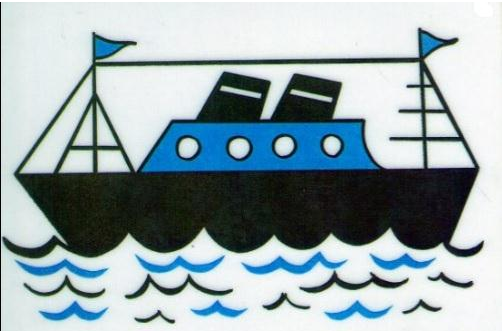

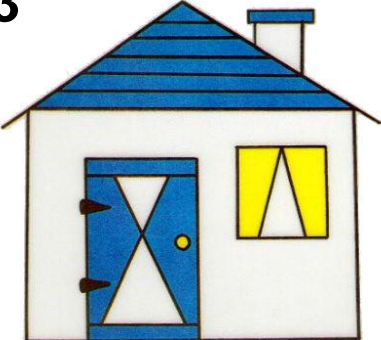
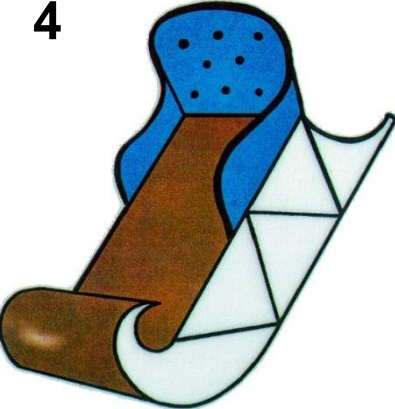
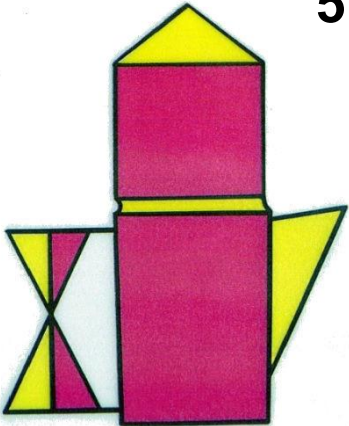
Figura Simple	Figuras Complejas	
<p data-bbox="373 597 407 639">2</p> 	<p data-bbox="653 326 686 368">1</p>   <p data-bbox="663 850 697 893">3</p>  	<p data-bbox="1293 326 1327 368">2</p>   <p data-bbox="1304 850 1337 893">4</p>  

Figura Simple	Figuras Complejas
<p data-bbox="373 508 405 548">3</p> 	<p data-bbox="615 329 646 370">1</p>  <p data-bbox="1255 329 1287 370">2</p>  <p data-bbox="1045 678 1077 719">3</p>  <p data-bbox="625 857 657 898">4</p>  <p data-bbox="1791 816 1822 857">5</p> 

--	--	--	--	--



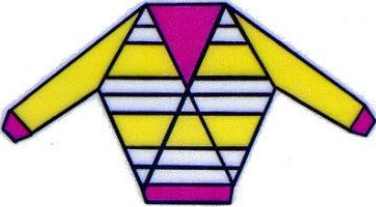
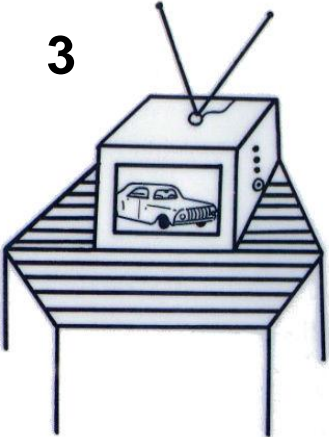

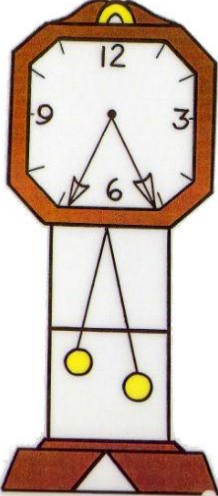

1

2


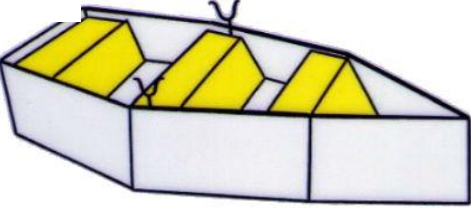

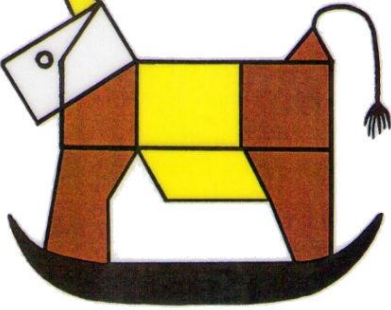
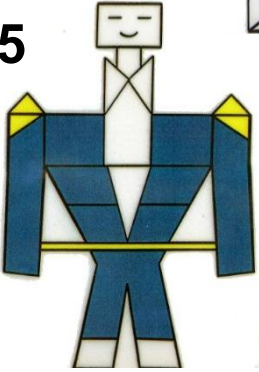
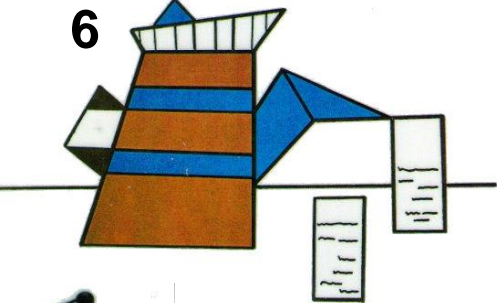
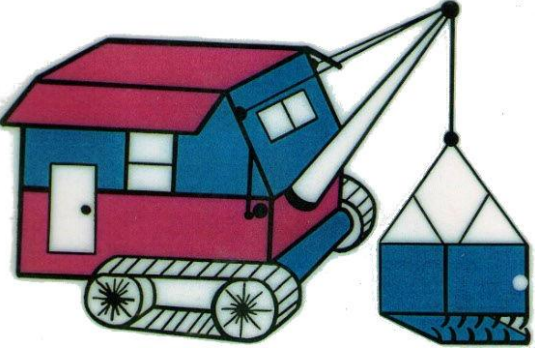
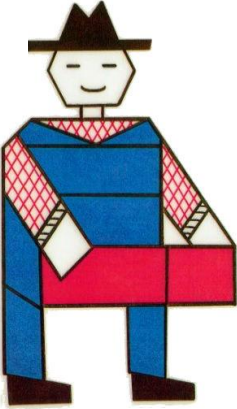
3

4


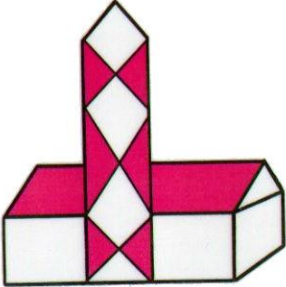
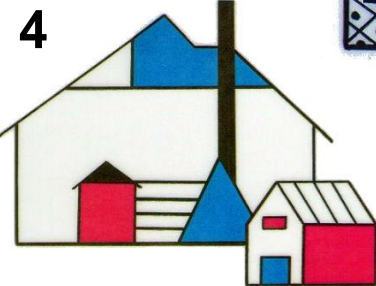
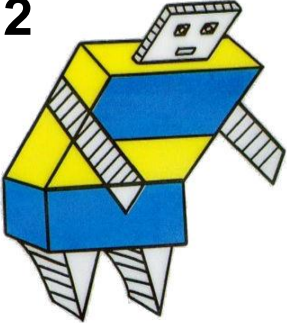
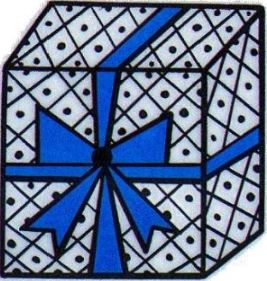
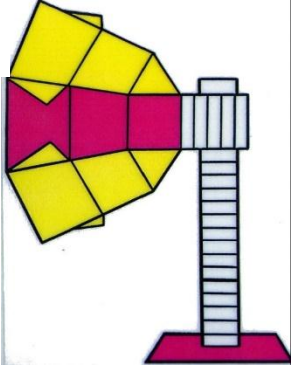
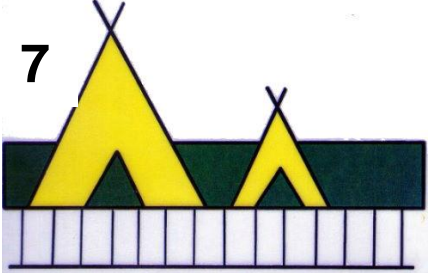

5

Figura Simple	Figuras Complejas					
<p data-bbox="373 540 407 583">4</p> 	<p data-bbox="611 315 644 357">1</p> 	<p data-bbox="1041 305 1075 347">2</p> 	<p data-bbox="1507 310 1541 352">3</p> 	<p data-bbox="621 776 655 818">4</p> 	<p data-bbox="1045 776 1079 818">5</p> 	<p data-bbox="1482 776 1516 818">6</p> 

1	2	3	4	5	6

Figura Simple	Figuras Complejas						
<p data-bbox="373 540 407 583">5</p> 	<p data-bbox="653 305 686 347">1</p> 	<p data-bbox="1087 293 1121 336">2</p> 	<p data-bbox="1482 293 1516 336">3</p> 	<p data-bbox="926 643 959 685">5</p> 	<p data-bbox="1472 716 1505 758">6</p> 	<p data-bbox="1318 948 1352 990">7</p> 	<p data-bbox="653 886 686 928">4</p> 

1	2	3	4	5	6	7	

Figura Simple	Figuras Complejas		
<p data-bbox="373 540 407 583">6</p> 	<p data-bbox="653 305 686 347">1</p>  <p data-bbox="646 889 680 932">4</p> 	<p data-bbox="1083 293 1117 336">2</p>  <p data-bbox="926 643 959 685">5</p> 	<p data-bbox="1478 293 1512 336">3</p>  <p data-bbox="1402 695 1436 737">7</p>  <p data-bbox="1283 932 1316 974">6</p> 

1	2	3	4	5	6	7	