

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADAS A LA EDUCACIÓN

INFLUENCIA DE LOS ACTIVADORES METACOGNITIVOS EN UN AMBIENTE DE
REALIDAD AUMENTADA SOBRE EL LOGRO DE APRENDIZAJE, LA CARGA
COGNITIVA Y LA METACOGNICIÓN EN ESTUDIANTES CON DIFERENTE
ESTILO CONGITIVO

TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADA POR
ROGERS JOSÉ MORALES RAMOS

DIRIGIDA POR
DR. OMAR LÓPEZ VARGAS

BOGOTÁ, 2019

Copyright © 2019 por Rogers José Morales Ramos. Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me han acompañado y han sido parte de mi vida en el proceso de crecer, de vivir, de aprender, de luchar y lograr las metas que me he propuesto.

A mis padres, gracias a su amor incondicional, a su ejemplo y apoyo me han dado las herramientas para ser una mejor persona y para seguir adelante en este camino.

A mis hermanos, que son y serán el motor vital de mi vida, el apoyo incondicional y la más sincera y pura amistad que he podido tener.

A la persona que me acompaña en estos momentos, una persona cariñosa, asertiva y real, que ha sido un apoyo incondicional, y me ha enseñado el valor de la fuerza y la entereza.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al Dr. Omar López Vargas, docente de la Universidad Pedagógica Nacional, una persona amable y paciente que con su conocimiento y profesionalismo hizo posible este proyecto.

A la Universidad Pedagógica Nacional, que me abrió las puertas y brindó las herramientas necesarias para entender la educación desde un punto de vista más analítico, investigativo y apasionante.

Al Colegio Bilingüe San Juan de Dios y sus Directivos, quienes me dieron el espacio y la oportunidad de crecer académica, y profesionalmente.

A mi familia, mi pareja, amigos y compañeros que me han acompañado y han sido leales e incondicionales.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Realidad en Educación</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 105	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado de maestría de investigación
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Influencia de los activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre el logro de aprendizaje, la carga cognitiva y la metacognición en estudiantes con diferente estilo cognitivo.
Autor(es)	Morales Ramos, Rogers José
Director	López Vargas, Omar
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2019. 104 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	REALIDAD AUMENTADA, ACTIVADORES METACOGNITIVOS, CARGA COGNITIVA, ESTILOS COGNITIVOS.

2. Descripción
<p>Tesis de grado de maestría, consiste aplicar un ambiente hipermedial con andamiaje de metacognición para medir el logro del aprendizaje teniendo como uno de los elementos del software la realidad aumentada, se mide el efecto que tiene dicho andamiaje sobre el estilo cognitivo, la carga cognitiva y el logro final en los estudiantes de grado undécimo. Así mismo se verifica si se ve favorecida la metacognición.</p>

3. Fuentes
<p>Andrade Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación, 5(10).</p> <p>Bannert, M. (2002). Managing Cognitive Load: Recent Trends in Cognitive Load Theory. Learning and Instruction, 12 (1), 139-146. Disponible en: http://sites.huji.ac.il/science/stc/thj/articles_tj/articles_english/Learning%20and%20Instruction%202_1%20(2002)/Managing%20cognitive%20load%97recent%20trends%20in.pdf</p> <p>Chaverra, D. I. (2008). La actividad metacognitiva durante la producción de un texto hipermedial. Lectura y vida: Revista latinoamericana de lectura, 29(4), 30-42</p> <p>Chavez Tovar, U. O. (2013). Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero de sistemas. Universidad de Cartagena.</p> <p>Chong, T. S. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT) , 2 (3), 106-117.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Revisando lo cotidiano</i>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 105

- Clark, R., & Mayer, R. (2007). E-Learning and the Science of Instruction Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learninf. New York: John Wiley and Sons.
- Cooper, J. (1998). multidimensional approach to the adoption of innovation. *Management Decision*, 36(8), 493-502.
- Cowan, N. (2001). The Magical Number 4 in Short-Term Memory: A Reconsideration of Mental Storage Capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114.
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Springer Link*, 38(105), 105- 134. doi:<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>
- de Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*,7(2), 102-108
- Espinosa, M. P. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (46), 187-203.
- Escanero-Marcén, Jesús F., Soria, M. Soledad, Escanero-Ereza, M. Elena, & Guerra-Sánchez, Manuel. (2013). Influencia de los estilos de aprendizaje y la metacognición en el rendimiento académico de los estudiantes de fisiología. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 16(1), 23-29.
<https://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322013000100005>
- Espinosa, M. P. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (46), 187-203
- FLAVELL, J. (1996). *El desarrollo cognitivo*. España: Prentice Hall.
- Flórez Ochoa, R. (2000). Autorregulación, metacognición y evaluación. *Acción pedagógica*, 9(1), 4-11.
- Glaser, R. (1994). Learning theory and instruction. En: G. D'Ydewalle, P. Eelen y B. Bertelson (eds.). *International perspectives on psychological science*. (Vol. 2) NJ: Erlbaum.
- GONZÁLEZ, Ángel; GISBERT, Mercé; GUILLEM, Antoni; JIMÉNEZ, Bonifacio; LLADÓ, Fátima y RALLO Robert (1996). "Las nuevas tecnologías en la educación". En Salinas, Jesús et al. (eds.). *Redes de comunicación, redes de aprendizaje*. Universitat de les Illes Balears: EDUTEC'95, págs. 409-422.
- Guisande, M. A., Páramo, M. F., Tinajero, C. & Almeida, L.S. (2007). Field dependence-independence (FDI) cognitive style: An analysis of attentional functioning. *Psicothema*, 19(4), 572-577.
- Hederich, C. (2007). Estilo cognitivo en la dimensión de dependencia – independencia de campo. Influencias culturales e implicaciones para la educación. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Hederich-Martínez, C., López-Vargas, O., & Camargo-Uribe, A. (2016). Effects of the use of a flexible metacognitive scaffolding on self-regulated learning during virtual education, *Int. J. Technology Enhanced Learning*, 8(3/4), 199-216. <http://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2016.082321>
- Huertas-Bustos, A., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2017). Influence of a metacognitive scaffolding for information search in B-learning courses on learning achievement and its

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Abriendo horizontes</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 105	

relationship with cognitive and learning style. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 147-171.

<http://dx.doi.org/10.1177/0735633116656634>

Huertas Bustos, A. P., Vesga Bravo, G. J., & Galindo León, M. (2014). Validación del instrumento 'Inventario de habilidades metacognitivas (mai)' con estudiantes colombianos. *Praxis & Saber*, 5(10), 56-74.

Lara, L. H., & Villarreal, J. L. (2004). La Realidad Aumentada: Una Tecnología En Espera De Usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 10.

Liu, M., & Reed, W. M. (1994). The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment. *Computers in human behavior*, 10(4), 419-434.

López Vargas, O., Hederich Martínez, C., & Camargo Uribe, Á. (2012). Academic achievement in hypermedia environments, scaffolding self-regulated learning and cognitive style. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-26.

López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Uribe, Á. (2011). Estilo cognitivo y logro académico. *Educación y Educadores*, 14(1), 67-82.

López Vargas, O., Ibáñez Ibáñez, J., & Chiguasuque Bello, E. (2014). El estilo cognitivo y la fijación de metas de aprendizaje en ambientes computacionales. *Pensam. psicol*, 12(1), 133-148.

López-Vargas, O., Ibáñez-Ibáñez, J., & Racines-Prada, O. (2017). Students' metacognition and cognitive style and their effect on cognitive load and learning achievement. *Educational Technology & Society*, 20(3), 145-157.

Lotero, L. A. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10).

Mergel, B. (1998). Diseño instruccional y teoría del aprendizaje. Universidad de Saskatchewan, Canadá. [Documento en línea] www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf. [Consultado el 8 de mayo de 2006].

Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación química*, 26(2), 94-99.

Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 101(2), 343-352.

Molenaar, I., Van Boxtel, C. A., & Sleegers, P. J. (2010). The effects of scaffolding metacognitive activities in small groups. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1727-1738.

Osses Bustingorry, S., & Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.

Osses Bustingorry, Sonia, & Jaramillo Mora, Sandra. (2008). METACOGNICION: UN CAMINO PARA APRENDER A APRENDER. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197. Recuperado en 28

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Advancing the Quality of Education</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 105	

de mayo de 2016, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000100011&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-07052008000100011.

Paas, F., Tuovinen, J., Tabbers, H., & Van Gerven, P. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 23(1), 63-71.

Prendes Espinosa, Carlos. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, núm. 46, pp. 187-203 Universidad de Sevilla Sevilla, España.

Pujol, L. (2003). Efecto en la conducta de búsqueda de información precisa en hipermedios de dos variables personales: Estilo de aprendizaje y uso de estrategias metacognitivas. In *Actas del Congreso Internacional Edutec*.

Quintana, C., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40(4), 235-244.

Racines, J. (2014). Influencia de un andamiaje autorregulador sobre el nivel de carga cognitiva, en estudiantes que aprenden de forma individual en un ambiente hipermedia. Bogotá, Colombia: Tesis de Maestría Universidad Pedagógica Nacional.

Ramos Geliz, F., Toscano Ricardo, A., Regino Vidal, C., & Galván Lozano, E. E. (2015). Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada.

Sawa, H. (1966). Analytic Thinking and Synthetic Thinking. *Bulletin of faculty of Education*, 13, 1-16. Nagasaki University.

Shaffer, D.; Doube, W. & Tuovinen, J. (2003). Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. Paper presented at the 15th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, Keele UK. Disponible en: <http://www.ppig.org/papers/15th-shaffer.pdf>

Solórzano-Restrepo, J., & López-Vargas, O. (2019). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo en un ambiente e-learning sobre la carga cognitiva, el logro de aprendizaje y la habilidad metacognitiva. *Revista Suma Psicológica*, 26(1), 37-45.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312.

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

Sweller, J. (2006). Discussion of 'Emerging Topics in Cognitive Load Research: Using Learner and Information Characteristics in the Design of Powerful Learning Environments'. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 353-357.

Sweller, J. (2015). Working memory, long-term memory, and instructional design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Advancing the possibilities</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 105	

Tinajero Vacas, C., & Páramo Fernández, M. F. (2013). Cognitive Style. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 57-78.

Valencia, N. G., Rodríguez, I. B. S., & Ibáñez, J. I. La solución de problemas en la comprensión de conceptos de geometría dinámica a través de ambientes computacionales Ponencia Tic, Cognición, Aprendizaje y Currículo.

Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, 38(1), 5-13.

Vargas, O. L., & Vera, S. T. (2013). Efecto de un activador computacional de autoeficacia sobre el logro de aprendizaje en estudiantes de diferente estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 225-244

Witkin, H. y otros. (1971) *Manual of embedded figures test and group embedded figures test*. Consulting Psychological Press. Palo Alto, California.

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

Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173

Yuan, K., Steedle, J., Shavelson, R., Alonzo, A., & Opezzo, M. (2006). Working memory, fluid intelligence, and science learning. *Educational Research Review*, 93-98.

Zhang, M., & Quintana, C. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers and Education*, 58(1), 181-196.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.016>

4. Contenidos

El documento expone la necesidad creciente que tiene la tecnología en todas las esferas de nuestra vida, siendo la educación una de ellas. El auge de la multimedia y de las nuevas posibilidades que brindan los dispositivos móviles en cuanto a imágenes, sonidos y animaciones se hace imprescindible el uso de estas herramientas en la educación; tema ya trabajado por varios investigadores en educación.

Atendiendo a la necesidad anteriormente mencionada, se plantea la pregunta problema que se justifica por medio de la necesidad inmediata de mejorar los ambientes en los cuales los estudiantes se desenvuelven teniendo en cuenta el estilo cognitivo, el uso de activadores metacognitivos que permitan una gestión progresiva de como los estudiantes asumen la información y llevan a cabo su propio proceso de aprendizaje. Esto, teniendo en cuenta la arquitectura del ambiente hipermedial y su relación directa con la teoría de la carga cognitiva.

Posterior a esto se plantea el lugar en el cual se llevará a cabo la investigación y todos los componentes de la metodología que se aplicará en el proyecto de investigación.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Abriendo horizontes</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 105	

De acuerdo con lo anterior en el primer capítulo se justifica el porqué de la investigación abordado desde las preguntas que se plantean desde las variables identificadas para este proceso, se tienen en cuenta los objetivos, los posibles alcances y limitaciones de la investigación y la metodología con la cual se llevara a cabo.

En el segundo capítulo se hará el despliegue teórico y el desarrollo conceptual que sustentan la investigación, así mismo, los antecedentes de trabajos realizados sobre metacognición, estilo cognitivo, carga cognitiva y realidad aumentada.

En el tercer capítulo se desarrollará toda la aplicación de las estrategias metodológicas realizadas en el Colegio Bilingüe San Juan de Dios con los estudiantes de grado undécimo y la aplicación del ambiente computacional (C-12 CARBON) basado en un ambiente hipermedial con y sin activadores metacognitivos para medir el logro del aprendizaje y la carga cognitiva, lo anterior, teniendo en cuenta el estilo cognitivo de los estudiantes.

En el capítulo cuarto se desarrollan y analizan todos los resultados obtenidos en este trabajo. Este tratamiento estadístico se realiza usando el software Statistical Package for the Social Science (SPSS).

En el quinto y último capítulo, se hacen las inferencias relacionadas con el proyecto, discusión y conclusiones.

5. Metodología

Para la investigación se tuvo un diseño factorial 2x3 con grupos de grado undécimo previamente conformados, los estudiantes trabajaron con un software conformado por 5 unidades de aprendizaje con sus respectivas pruebas de salida o evaluaciones.

Se trabajó como variable independiente un ambiente hipermedia para la enseñanza de la química que toma dos valores: con y sin andamiaje metacognitivo (O1) y (O2). Relacionado con las variables dependientes se tuvieron en cuenta: 1) El logro de aprendizaje la Nomenclatura de los Grupos Funcionales Orgánicos. 2) la percepción relacionada al proceso metacognitivo y 3) La carga cognitiva con tres valores: 1) CI, 2) CE, y 3) CG. La variable asociada se trabajó desde el estilo cognitivo en la dimensión DIC que toma 3 valores: 1) DC, 2) IntC, y 3) IC.

Como investigación cuasiexperimental se toma como covariable las notas anteriores de los estudiantes en Ciencias Naturales (Química) y, los datos arrojados en la prueba MAI de autorregulación del cual se usaron los ítems específicos de planificación, monitoreo y depuración.

Se presentan los resultados divididos en tres secciones. La primera sección se presentan las condiciones iniciales de los estudiantes que participaron en la investigación de acuerdo con su 1) estilo cognitivo, de esto, se describen los resultados del test virtual de figuras enmascaradas EFT que categoriza a los estudiantes DC, IntC e IC. 2) las condiciones iniciales se obtuvieron de los resultados finales del segundo trimestre escolar del año 2019 y 3) el pretest sobre planeación, monitoreo y depuración, ítems medidos del inventario de habilidades metacognitivas MAI.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Excellence in Education</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 105	

La segunda sección ilustra los resultados de los análisis descriptivos aplicados a cada una de las variables dependientes de la investigación. Así mismo se muestran los resultados del análisis estadístico multivariado MANCOVA.

Finalmente, se realiza un análisis descriptivo relacionado con el resultado de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo y en la tercera sección se presenta un análisis del proceso de aprendizaje desarrollado con el andamiaje de tipo metacognitivo. A partir de estos análisis, se podrá dar respuesta a la pregunta de investigación e identificar las relaciones entre las variables de la experimentación.

6. Conclusiones

Esta investigación pudo mostrar que la implementación de un andamiaje metacognitivo aumento el logro final en estudiantes de grado undécimo en la asignatura de química. La interacción de los estudiantes con este andamiaje hizo posible la elección de una meta de aprendizaje, la planificación, monitoreo y control del aprendizaje mientras interactuaban a lo largo del camino activadores metacognitivos, esto sugiere que el uso de ambientes hipermediales con andamiajes favorecen el proceso de aprendizaje.

La carga cognitiva tuvo un efecto favorable en la investigación ya que la disminución de la carga intrínseca dio paso al aumento de la carga germánica. Vale la pena aclarar que la carga extrínseca no se vio afectada por el andamiaje.

Al no haber diferencias significativas en la carga extrínseca, la disminución de la carga intrínseca facilitó a los estudiantes la comprensión de las temáticas, en consecuencia, el aumento de la carga germánica propicia más espacio para la comprensión de conceptos y la construcción del conocimiento.

Relacionado con el logro final y el estilo cognitivo se obtuvieron diferencias significativas entre los resultados finales y el estilo cognitivo, siguiendo la línea de comportamiento de acuerdo con las características de cada uno de los grupos; dependientes, intermedios y dependientes de campo. Es importante resaltar que, los estudios confirman que estas diferencias normalmente tienden a ser neutralizadas por el efecto de los andamiajes.

En cuanto a la relación entre el software y el estilo cognitivo no se evidenció ninguna interacción entre estas dos variables, por lo que, de acuerdo con los resultados, cada una actúa de forma independiente y no se dio una interacción software-DIC que permitiera potenciar o mejorar las variables dependientes.

Elaborado por:	Rogers José Morales Ramos
Revisado por:	Vargas López, Omar

Fecha de elaboración del Resumen:	16	11	2019
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	XIII
INTRODUCCION EN INFORMACION GENERAL	1
1. EL ESTUDIO.....	3
1.1 PORQUE ESTA INVESTIGACION.....	3
1.2 PROPOSITO DE LA INVESTIGACION	8
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	8
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	8
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	9
1.5.1 Alcances.....	9
1.5.2 Limitaciones.....	10
2. MARCO CONCEPTUAL Y ESTUDIOS PREVIOS.....	11
2.1 REALIDAD AUMENTADA.....	11
2.1.1 Aplicaciones de la realidad aumentada.....	12
2.1.2 Realidad aumentada en educación.....	12
2.1.3 Realidad aumentada aplicada en ciencias naturales.....	14
2.1.4 Realidad aumentada en la enseñanza de la química.....	15
2.2 ANDAMIAJE.....	16
2.2.1 Andamiajes computacionales.....	18
2.3 METACOGNICION	19
2.3.1 ¿Qué es la metacognición?	19
2.3.2 Aprendizaje y metacognición	23
2.3.3 Ambientes hipermediales y metacognición	25
2.3.4 Metacognición y los componentes; meta nivel objeto nivel	27
2.3.5 Estrategias metacognitivas (planeación, supervisión y evaluación)	28
2.3.5.1 Planeación	28

2.3.5.2 Supervisión	28
2.3.5.3 EVALUACION	29
2.3.6 Monitoreo y control	29
2.4 ACTIVADORES METACOGNITIVOS	30
2.5 CARGA COGNITIVA	31
2.5.1 Tipos de carga cognitiva	31
2.5.1.1 Carga cognitiva intrínseca	33
2.5.1.2 Carga cognitiva extrínseca	34
2.5.1.3 Carga cognitiva germánica	34
2.6 ESTILOS COGNITIVOS	35
2.6.1 Estilos cognitivos	35
2.6.2 Estilo cognitivo en la dimensión dic, dependencia-independencia de campo	35
3 METODOLOGIA	36
3.1 DISEÑO Y PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION	37
3.1.1 Diseño de la investigación	37
3.1.2 Población y muestra	38
3.2 INSTRUMENTOS	39
3.2.1 Medición de la metacognición.....	39
3.2.2 Prueba de figuras enmascaradas para determinar el estilo cognitivo en la dimensión DIC.....	40
3.2.3 Test de autorreporte esfuerzo cognitivo.....	40
3.2.4 Logro de aprendizaje	41
3.3 DESCRIPCION AMBIENTES COMPUTACIONALES	42
3.3.1 Andamiaje metacognitivo.....	46
3.4 PROCEDIMIENTO	50
4 RESULTADOS	51
4.1 CONDICIONES INICIALES	52
4.1.1 Estilo cognitivo.....	52
4.1.2 Logro previo	53
4.1.3 Monitoreo, planificación y depuración total	54

4.2 ANALISIS DEL EFECTO DEL PROGRAMA	55
4.3 VARIABLES DEPENDIENTES	56
4.3.1 Logro del aprendizaje	56
4.3.2 Carga cognitiva	56
4.3.3 Metacognición; planificación, monitoreo y control	59
4.4 ANALISIS MULTIVARIADO MANCOVA	59
4.4.1 Contrastes multivariados	61
4.5 ANALISIS MANCOVA	62
4.6 ANALISIS DESCRIPTIVOS DEL ESTILO COGNITIVO EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES	69
5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	71
5.1 ANDAMIAJE Y METACOGNICION	71
5.2 ANDAMIAJE Y CARGA COGNITIVA	74
5.3 LOGRO DE APRENDIZAJE Y ESTILO COGNITIVO	75
5.4 RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACION	76
5.5 CONTRIBUCIONES, LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.5.1 Contribuciones	77
5.5.2 Limitaciones	79
5.5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones	79
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paradigmas teóricos de la metacognición	22
Tabla 2. Tamaño de los grupos de acuerdo con el diseño para el análisis de los datos. Diseño factorial 2x3	38
Tabla 3. Categoría general, subcategorías y preguntas del cuestionario MAI utilizadas en la investigación	39
Tabla 4. Número participantes categoría EFT en cada una de las versiones del software..	52
Tabla 5. Carga Cognitiva general de los dos grupos	56
Tabla 6. Carga Cognitiva general de los dos grupos en cada uno de los módulos	57
Tabla 7. Prueba de Shapiro - Wilk. Para verificar la normalidad de las variables dependientes.	60
Tabla 8. Prueba de Box sobre la igualdad de las matrices de covarianzas	60
Tabla 9. Contrastes Multivariados.	61
Tabla 10. Prueba de los Efectos- Intersujetos	62
Tabla 11. Estimaciones	69
Tabla 12. Prueba de los Efectos- Inter sujetos	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concepto Metacognición	22
Figura 2. Flujo de información entre los dos niveles de la Metacognición. Tomado de (Sha, 2008).	27
Figura 3. Estructura de la Arquitectura Cognitiva Humana tomado de Andrade- Lotero (2012).	31
Figura 4. Diseño de la investigación	38
Figura 5. Interfaz de ingreso a CARBON C-12	43
Figura 6. Interfaz de navegación en el inicio del software	44
Figura 7. interfaz de la página de estudio	45
Figura 8. Activadores metacognitivos	45
Figura 9. Modelo de procesamiento de información Winne y Hadwin (1998.). modificado por López (2010).	46
Figura 10. Histograma y curva de distribución de los puntajes de la prueba EFT.	52
Figura 11. Histograma de las notas previas de los estudiantes durante el segundo trimestre.	53
Figura 12. Histograma de la planificación inicial.	54
Figura 13. Histograma del monitoreo inicial	54
Figura 14. Histograma de la depuración inicial	55
Figura 15. Comparación general de los promedios de las cargas cognitivas Intrínseca-Extrínseca y germánica	58
Figura 16. Medidas marginales Logro final	65
Figura 17. Medidas marginales Carga intrínseca	65
Figura 18. Medidas marginales Carga extrínseca	66
Figura 19. Medidas marginales carga germánica	67
Figura 20. Medidas marginales para los ítems de la metacognición; 1) Monitoreo, 2) Planificación y 3) Depuración	68

INTRODUCCION E INFORMACION GENERAL

En un escenario cambiante como lo es el de la educación, la actualización constante y el uso de las nuevas y diversas herramientas relacionadas con las TIC en el proceso enseñanza-aprendizaje han tomado un valor notable teniendo en cuenta que su uso hace parte de la inmersión tecnológica que en estos momentos viven la mayoría de los individuos. Esta inmersión sugiere cierto dominio de habilidades y conocimiento de procesos tecnológicos tan comunes como el uso de un teléfono móvil, la ubicación satelital, el diseño y aplicación de animaciones y herramientas multimedia, etc.

En el ámbito educativo, este desarrollo tecnológico involucra directamente a la comunidad estudiantil en todos los ciclos y niveles de educación, estas herramientas posibilitan un extenso banco de información de todo tipo que, a fin de cuentas, permite hacer uso de estrategias tecnológicas hacia el desarrollo de habilidades, aprehensión de conceptos, emulación de situaciones complejas, etc.

Teniendo en cuenta esta incidencia en nuestras vidas y su relación con la educación y todos sus procesos educativos, para esta investigación se hará énfasis y aplicación de la Realidad Aumentada (RA) como tecnología que permite la representación de moléculas orgánicas en 3 dimensiones mediante marcadores de realidad aumentada para el logro del aprendizaje en nomenclatura química, midiendo la incidencia de activadores metacognitivos y teniendo en cuenta la carga cognitiva y estilos de aprendizaje en la dimensión DIC.

En el primer capítulo se justifica el porqué de la investigación abordado desde las preguntas que se plantean desde las variables identificadas para este proceso, se tienen en cuenta los objetivos, los posibles alcances y limitaciones de la investigación y la metodología con la cual se llevara a cabo.

En el segundo capítulo se hará el despliegue teórico y el desarrollo conceptual que sustentan la investigación, así mismo, los antecedentes de trabajos realizados sobre metacognición, estilo cognitivo, carga cognitiva y realidad aumentada.

En el tercer capítulo se desarrollará toda la aplicación de las estrategias metodológicas realizadas en el Colegio Bilingüe San Juan de Dios con los estudiantes de grado undécimo y la aplicación del ambiente computacional (C-12 CARBON) basado en un ambiente hipermedial con y sin activadores metacognitivos para medir el logro del aprendizaje y la carga cognitiva, lo anterior, teniendo en cuenta el estilo cognitivo de los estudiantes.

En el capítulo cuarto se desarrollan y analizan todos los datos arrojados en este trabajo. Este tratamiento estadístico se realiza usando el software Statistical Package for the Social Science (SPSS).

En el quinto y último capítulo, se hacen las inferencias relacionadas con el proyecto y las conclusiones.

1. EL ESTUDIO

1.1. PORQUÉ ESTA INVESTIGACIÓN

La enseñanza desde siempre ha estado en permanente cambio y evolución y han sido múltiples los factores y retos que se han presentado al momento de abordar las problemáticas que a la educación sacuden en todos los entornos educativos, estas problemáticas que se asumen como retos; intentan por medio de procesos investigativos contribuir a la comprensión y resolución de problemas, aportando así colectividad del saber, ahora, los factores que se pueden adherir modificar o quitar son tan variados como investigadores e investigaciones existen.

Un entorno que ha sido de vital inclusión en la educación es el de las TIC, como lo añade Cabero (2007): Las posibilidades que nos ofrecen estas tecnologías para la interacción con la información no son sólo cuantitativas, sino también cualitativas en lo que respecta a la utilización no sólo de información textual, sino también de otros tipos de códigos, desde los sonoros a los visuales pasando por los audiovisuales; estos, son tan configurados y aportan tanta versatilidad al proceso que pensar en desligarlos de las metodologías educativas actuales no tendría algún sentido. Además, la estructura sintáctica y semántica organizativa de la información que se nos ofrece, va, desde el tipo secuencial lineal, hasta los que la poseen en formato hipertexto e hipermedia.

La Realidad Aumentada como objeto recurrente para esta investigación, es un medio interactivo que añade objetos virtuales a la realidad del usuario, a través de una cámara y observado por medio de la pantalla de la computadora, permitiendo ampliar información de un tema específico. (Ramos & otros). Existen multitud de definiciones de la realidad aumentada y todas aportan algo interesante a la caracterización de este tipo de tecnología

(Prendes 2014). Directamente relacionado con esto, la tecnología AR (Augmented Reality) está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista y guías de museos. Es por ello por lo que el mundo académico no puede estar al margen de estas iniciativas y también se ha empezado a introducir la tecnología de la realidad aumentada en algunas de sus disciplinas. Sin embargo, el conocimiento y la aplicabilidad de esta tecnología en la educación son mínimos; entre otros motivos se debe a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad. Sin embargo, es posible aprovechar muchos dispositivos ya disponibles en un sector amplio y con tendencia de mayor penetración (PDA, Celulares, Tablet, PC, principalmente) que ya integran los diversos componentes requeridos y pueden ser adaptados para montarles contenidos con Realidad Aumentada. Esta estrategia académica permitirá estar preparados para la distribución de contenidos, servicios y aplicaciones de realidad aumentada o complementada (Carracedo & Martínez 2012).

Ahora bien, para esta investigación, abordado el enfoque tecnológico se suman las diferencias relacionadas con el estilo cognitivo desde la dimensión DIC (Dependencia – Independencia de Campo) donde se evidencian características relacionadas con el proceso hacia el logro del aprendizaje como sigue: La más directa consecuencia del estilo cognitivo en situaciones académicas podría encontrarse en las inclinaciones de los estudiantes ante los materiales didácticos (Tinarejo & Paramo, 2013); de esto que los diferentes tipos de representaciones y métodos que se utilizan en el proceso de enseñanza juegan un papel importante a la hora de guiar a los estudiantes hacia el logro del aprendizaje.

De acuerdo con lo anterior, López y Hederich (2011), definen el estilo cognitivo desde la dimensión DIC; esta dimensión establece una diferencia entre los sujetos con tendencia a un procesamiento de tipo analítico, independiente a factores contextuales (los sujetos independientes de campo), y aquellos con tendencia a un procesamiento de tipo global, muy influenciado por el contexto (los sujetos dependientes de campo). Las investigaciones sobre la incidencia de la dependencia–independencia de campo en el contexto escolar indican que

el estilo cognitivo afecta tanto el aprendizaje como la enseñanza (Tinarejo & Paramo, 2013). Probablemente el estilo cognitivo más conocido en la psicología educativa sea el denominado de dependencia/independencia de campo (DIC), propuesto y estudiado por Witkin y su equipo desde 1948. Esta dimensión establece una diferencia entre los sujetos con tendencia a un procesamiento de tipo analítico, y aquellos con tendencia a un procesamiento de tipo global (López, et., al 2012).

Sumado a lo anterior, en cuanto al auge de la multimedia y las nuevas posibilidades que brinda el computador a gráficas y sonido, varios investigadores comenzaron a estudiar de qué manera estas herramientas podrían favorecer el aprendizaje (Andrade, 2012). En relación con esto, la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC) se adhiere al desarrollo y uso de ambientes multimedia desde un matiz conceptual que intenta mejorar la experiencia en este tipo de escenarios, así mismo, desarrolla y automatiza los esquemas cognitivos en cuanto a los contenidos a aprender (Leppink, 2017). La TCC analiza la forma en que el ser humano procesa la información proveniente del entorno en que se está trabajando y para este estudio el entorno se refiere a ambientes multimedia o ambientes de aprendizaje e-learning. Teniendo en cuenta que los ambientes hipermediales permiten la integración de herramientas multimedia, es necesario advertir que su uso no garantiza un resultado positivo en la intención del logro del aprendizaje puesto que material que se pueda considerar enriquecedor para el ambiente hipermedial, puede resultar innecesario y puede enmascarar la información que realmente sea relevante.

Relacionado con el diseño instruccional, surge la necesidad de crear ambientes hipermediales que favorezcan el direccionamiento de la información hacia la carga cognitiva germánica, atendiendo a esto es necesario acotar el concepto de carga cognitiva. Según los teóricos de la TCC, cualquier instrucción o enseñanza es efectiva solo si su diseño ha tenido en cuenta las características de la cognición humana ya que la información que entra al cerebro es procesada en tres diferentes estructuras, a saber: a) la memoria sensorial, b) la memoria de trabajo, y c) la memoria de largo plazo (Andrade, 2012). Estos factores interactúan con las

limitaciones de la capacidad y la duración de la memoria de trabajo para delinear una arquitectura cognitiva relevante para el diseño instruccional (Sweller, 2015).

Así mismo, cuando el aprendiz está interactuando con un material o interfaz cuyo diseño o ejecución están dotados de elementos irrelevantes, aumenta la carga extrínseca, la cual entorpece los procesos tanto de construcción como de automatización de esquemas. Según Anthony R. Artino (2008), el mal diseño instruccional es aquel que no favorece el aprendizaje e introduce “ruido”, por lo que el aprendiz utilizará sus limitados recursos cognitivos para poner atención a aspectos poco relevantes en la resolución de la tarea. Además, como la carga cognitiva es aditiva, las cargas intrínseca y extrínseca se suman, lo cual deja poco espacio para la carga relevante. (Andrade, 2012). Este tipo de carga está relacionada con el diseño de la interfaz, puesto que de la manera como se presente la información y el tipo de actividades que se sugieran, puede favorecer el aprendizaje del individuo. (Andrade, 2012).

Atendiendo a este concepto, surge la necesidad de ofrecer un contenido hipermedial con un diseño instruccional que permita generar esquemas mentales posteriores al almacenamiento en la memoria a largo plazo, por lo que Andrade (2012) añade de acuerdo a la revisión de experiencias relacionados y a lo anteriormente enunciado hacia la Teoría de la Carga Cognitiva: Dado que los tres tipos de carga cognitiva son aditivos, el aumento o disminución de uno de ellos influirá directamente en la cantidad de recursos disponibles para los otros dos.

En relación con lo anteriormente descrito, es importante hacer alusión a las herramientas tecnológicas como metodología de enseñanza, ya que muchas veces se han limitado a las clásicas presentaciones y exposiciones, dejando de lado las ventajas que traen consigo estas ayudas. Estas herramientas complementan los métodos tradicionales de enseñanza, dado que los contenidos, objeto de estudio, se proyectan en un modo muy sugerente e interesante para el estudiante (Carracedo & Martínez, 2012).

De este modo se busca la integración de las corrientes mencionadas anteriormente y combinadas con un ambiente hipermedial trabajado desde la realidad aumentada a modo de brindar al estudiante herramientas eficaces con las que pueda llevar a cabo un proceso de aprendizaje y por el cual se puedan medir los resultados en cuanto a las diferencias en los estilos cognitivos, y con esto, hacer un seguimiento y un control de las variables independientes en la investigación.

1.2 PROPOSITO DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de este estudio es medir la influencia que tiene el uso de activadores metacognitivos en un ambiente hipermedial desarrollado para el logro del aprendizaje de un tema específico de química orgánica, esta influencia se mide desde la reflexión que hacen los estudiantes sobre su propio proceso a lo largo de las sesiones en las que van a desarrollar las actividades propuestas en el software, así mismo se tendrá en cuenta en esta investigación la influencia de los estilos cognitivos de los estudiantes y la carga cognitiva generada durante el proceso. (Palacios & Carretero,1982).

Relacionado con lo anterior, se desarrolló un ambiente hipermedial basado en el computador y el uso de las cámaras de dispositivos móviles a modo de recrear moléculas en tres dimensiones; comunes en el aprendizaje de nomenclatura y estructuras moleculares orgánicas. La estructura de este ambiente tiene un enfoque metacognitivo como estrategia de aprendizaje, y permite navegar libremente por todas las unidades a fin de completar los contenidos; la presentación aleatoria de los activadores en este software sugiere a los estudiantes aplicar diversas estrategias metacognitivas para llegar al logro del aprendizaje.

Como es sabido, estas investigaciones aportan una variedad de resultados que como objeto de análisis permiten el entendimiento de los procesos a partir de las herramientas didácticas y tecnológicas utilizadas en los estudios, por ello, los resultados de este trabajo ofrecen a los

diferentes actores del proceso educativo diferentes claridades relacionadas con el uso de la metacognición como estrategia pedagógica sumado al estilo cognitivo en la dimensión DIC y el impacto de la carga cognitiva en los estudiantes cuando trabajan en estos ambientes hipermediales.

La implementación de este tipo de ambientes, basados en la realidad aumentada y los activadores metacognitivos medidos desde la carga y estilo cognitivo, pueden ser el punto de inicio de diversas investigaciones y usado como referente para docentes en el área de ciencias naturales y tecnología ya que el diseño hace un aporte en ambas disciplinas y puede ser articulado a cualquier tema de las asignaturas comprendidas en estas áreas, así mismo el diseño y aplicación de este ambiente favorece en los estudiantes el logro del aprendizaje, siendo esto uno de los objetivos del proceso educativo.

1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen diferencias significativas en el logro de aprendizaje y la carga cognitiva en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC cuando interactúan con un ambiente de Realidad Aumentada en presencia y ausencia de activadores metacognitivos?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del uso de activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre el logro del aprendizaje de la Nomenclatura de los Grupos Funcionales Orgánicos y la carga cognitiva en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- I. Identificar la posible relación entre el estilo cognitivo y la carga cognitiva cuando se interactúa en un ambiente computacional sobre el aprendizaje de la química.

- II. Determinar la influencia de los activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre la carga cognitiva en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC.
- III. Identificar la influencia de los activadores metacognitivos en un ambiente de realidad aumentada sobre el logro de aprendizaje la Nomenclatura de los Grupos Funcionales Orgánicos en estudiantes de diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

1.5.1. ALCANCES

Para esta investigación se buscó implementar y validar un andamiaje de tipo metacognitivo en ambiente hipermedial de realidad aumentada como estrategia de enseñanza y aprendizaje para la obtención del logro en Ciencias Naturales y desarrollo de estrategias metacognitivas, esto, respetando las diferencias individuales de los estudiantes del ciclo trabajado y teniendo en cuenta su estilo cognitivo en la dimensión dependencia-independencia de campo.

Acorde con lo anterior, el experimentar bajo las condiciones dadas permitió aportar evidencias relacionadas con investigaciones que trabajaron ambientes hipermediales con andamiajes metacognitivos para estudiantes de bachillerato.

En primer lugar, fue posible verificar el efecto que tiene el uso de ambientes hipermediales con andamiajes metacognitivos frente a estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión Dependencia-Independencia de Campo; de esto, las diferencias en esta dimensión se mantienen, siendo los estudiantes independientes de campo quienes lograron un mejor resultado en el logro del aprendizaje frente a los intermedios y dependientes de campo; sin

embargo, el uso del andamiaje potencio los resultados siendo los estudiantes que usaron el andamiaje quienes obtuvieron notas mas altas en todos los casos.

Frente al impacto que tiene la estructura del ambiente hipermedial respecto a la carga cognitiva; se vio favorecida la reducción de la carga intrínseca y el aumento de la carga germánica para la construcción del conocimiento; la carga extrínseca no es notablemente.

Se valida la influencia que tiene el uso de un ambiente hipermedial con andamiajes de tipo metacognitivo frente al logro del aprendizaje de los estudiantes; se favorece el logro del aprendizaje tanto en los estudiantes que usan o no el andamiaje.

El uso de un ambiente hipermedial con Realidad Aumentada permitió una interacción entre los dispositivos móviles y el computador que enriqueció el escenario aprendizaje y añadió información que permitió una inmersión sensorial que favoreció el logro del aprendizaje en los estudiantes. Este ambiente hipermedial de R.A. puede servir como referencia para el estudio de conceptos relacionados con procesos que relaciones estructuras y gráficos complejos tanto en ciencias naturales como es otras áreas del conocimiento.

1.5.2. LIMITACIONES

Este estudio tuvo cuatro limitaciones relevantes que se deben tener en cuenta para la interpretación de los resultados y conclusiones.

Primero, relacionado con el trabajo de investigación, se tuvo un diseño cuasi experimental que se llevó a cabo con grupos de estudiantes previamente conformados; dos grupos de estudiantes de un colegio privado de Bogotá. En este aspecto, no es posible hacer una generalización de los resultados obtenidos. Sin embargo, y dadas las características del andamiaje, sería posible explorar y comparar la efectividad del ambiente hipermedial bajo otras condiciones relacionadas con asignaturas, edades, niveles educativos, etc., frente a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

La segunda limitación está relacionada con el uso del Inventario de Habilidades Metacognitivas MAI (Metacognitive awareness inventory) ya que se utilizaron tres de los cinco ítems relacionados con la regulación de la cognición (planificación, monitoreo y depuración). Por esto, aspectos relevantes como la organización y la evaluación quedaron fuera de los resultados, y, frente a los efectos de esta variable, el uso integral de esta herramienta arrojaría resultados más completos y que permitirían un análisis más completo frente a la regulación de la cognición en los estudiantes.

La tercera limitación está relacionada con el tamaño de la muestra y los grupos resultantes de acuerdo con el estilo cognitivo y el andamiaje. Teniendo en cuenta el diseño factorial de la investigación (2 x 3), los 6 grupos que se conforman entre los 67 estudiantes de la investigación arrojan aproximadamente 10 u 11 sujetos por factor; este número, aunque es pequeño se considera aceptable. Para posteriores investigaciones es aconsejable aumentar el tamaño de la muestra.

Por último, una limitación de este proyecto fue la responsabilidad adquirida por algunos de los participantes, quienes en algunas ocasiones se mostraron resistentes al cronograma y desarrollo de las actividades propias de la investigación. Así mismo, es posible suponer que frente a algunos resultados de los test de autorreporte tanto de Metacognición como de Carga Cognitiva, los estudiantes marcaron respuestas al azar y no lo que en la realidad atañe a su proceso personal.

2. MARCO CONCEPTUAL Y ESTUDIOS PREVIOS

2.1. REALIDAD AUMENTADA

Se entiende por realidad aumentada a la combinación de procesos informáticos con el mundo real para crear una experiencia visual en tres dimensiones de un objeto. La Realidad Aumentada (RA), del inglés Augmented Reality, comprende aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real, aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo,

la realidad física se combina con elementos virtuales, disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real. Objetos virtuales bidimensionales y/o tridimensionales se superponen al mundo real; el efecto suscitado comporta la coexistencia de dos mundos, virtual y real, en el mismo espacio (Carracedo & Martínez, 2012).

Específicamente se excluyen los sistemas 2D y se obliga a la interactividad en tiempo real: el usuario debe poder provocar acciones en el entorno y que el entorno se vea modificado y se lo haga saber a su vez al usuario (Prendes, 2014).

La realidad aumentada según autores, se da por niveles; Prendes (2014) enuncia: Se pueden entender los niveles como una forma de medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas de RA. En principio, a más nivel, mayores son las posibilidades de las aplicaciones. Entre los diferentes autores hay algunos cambios de criterio en cuanto a los niveles que presentan y dónde caería alguna de las tecnologías que se comentan. Lens-Fitzgerald, el cofundador de Layar, uno de los navegadores de RA más importantes del mundo, escribió un artículo en 2009 donde define los niveles de la RA. En Lens-Fitzgerald (2009) se mencionan cuatro niveles (del 0 al 3). Este autor introduce los códigos QR (Quick Response) como nivel 0 de RA. Su clasificación queda por tanto de esta manera: · Nivel 0. Hiperenlazando el mundo físico (physical world hyper linking). Basado en códigos de barra (enlaces 1D, Universal Product Code), códigos 2D (por ejemplo, los códigos QR) o reconocimiento de imágenes aleatorias. Lo característico de este nivel 0 es que los códigos son hiperenlaces a otros contenidos, no existe registro en 3D ni seguimiento de los marcadores (básicamente funcionan como un hiperenlace html pero sin necesidad de teclear), (Prendes, 2014).

2.1.1. Aplicaciones de la realidad Aumentada

El sistema visual humano, y los otros sentidos, perciben el mundo físico o real dentro de un contexto. Esta percepción es una reconstrucción, una interpretación; la realidad es multidimensional y multicontextual. La Realidad Aumentada permite desglosar los diferentes aspectos o modelos para que el sistema visual humano y los otros sentidos reciban

los aspectos adecuados y en muchas ocasiones ocultos a los sentidos, así como modelos generados que simplifican la complejidad de la naturaleza multidimensional del mundo. De acuerdo a lo anterior, las aplicaciones pertinentes de la realidad aumentada son aquellas que requieren la reformulación del mundo con información multidimensional, para presentar versiones reducidas y reestructuradas para revelar conocimiento. Las principales aplicaciones se han dado en campos muy diversos que tienen los aspectos arriba mencionados, en común. Los casos mejor documentados son en educación, el arte, entrenamiento industrial, entretenimiento, difusión de la ciencia y la tecnología, museos, presentación de productos, narraciones interactivas, y en la industria militar (Heras & Villareal, 2004). Destacado como móvil AR debe recibir especial atención ya que su progreso es notable y potencialmente tiene millones de usuarios (Permadi & Rafi 2015).

2.1.2. Realidad aumentada en educación

En todo proceso de aprendizaje se pueden emplear materiales tangibles como libros, ayudas audiovisuales y ayudas didácticas, entre otros recursos, que han de facilitar este proceso a los estudiantes. A medida que la tecnología avanza se empieza a hacer uso de los elementos y medios intangibles como ambientes virtuales (Objetos virtuales de aprendizaje), para inducir el proceso de aprendizaje, brindando así nuevas alternativas para presentar contenidos de aprendizaje. Por esta razón surge la necesidad de incorporar tecnologías emergentes en los procesos de aprendizaje (Tovar, 2013). Es por esto que la realidad aumentada surge como una tecnología que rápidamente se ha incorporado en el ámbito educativo.

Ramli (2012) afirma que son muchas las ventajas en implementar tecnologías de AR en espacios académicos especialmente para aumentar y empoderar las herramientas de la educación y hacer que el aprendizaje sea más atractivo y agradable para el entorno de aprendizaje de los estudiantes.

También afirma Ramli:

Las razones para implementar AR en educación es que su dominio incluye la compatibilidad con la interacción todo en uno, usa una interfaz tangible y una metáfora de la interfaz de transición. La interacción todo en uno significa que los estudiantes se pueden sentar en un grupo viendo la misma pantalla en el mismo espacio de fusión el objeto virtual y el entorno real al mismo tiempo. (2012)

Esta tecnología ofrece una oportunidad de comprensión de conceptos que al ser abstractos dificultan su comprensión en los estudiantes. El uso de la RA ha mostrado aportes, especialmente, en la comprensión y desarrollo de la capacidad espacial (Martin, Gutiérrez, Navarro & Acosta, 2011, Citado en Merino et al., 2014). De esta forma, la posibilidad de explorar los contenidos desde diferentes perspectivas espaciales y al propio ritmo de aprendizaje son clave para el éxito potencial de usar la RA... (Merino et al., 2014).

Así mismo, muchas investigaciones en el campo educativo han apuntado al uso de la realidad aumentada como herramienta de aprendizaje en ambientes hípermediales. En este aspecto, la RA constituye una plataforma tecnológica especialmente eficaz en todo lo relacionado con la forma en que los estudiantes perciben la realidad física, puesto que permite desglosarla en sus distintas dimensiones, con objeto de facilitar la captación de sus diversas particularidades, en ocasiones imperceptibles para los sentidos (Carracedo & Martínez, 2012).

2.1.3. Realidad aumentada aplicada en Ciencias naturales

Entre las aplicaciones de la RA en las Ciencias Naturales, se relacionan algunos aportes:

Díaz, Hincapie & Moreno (2015), Implementaron una experiencia de aprendizaje basada en RA argumentada basada en el (a) Átomo y su estructura, (b) continuidad y discontinuidad de la materia y (c) corriente, voltaje y resistencia, en base a esto se desarrollaron tres contenidos educativos. Se implementaron modelos 3D los cuales podían visualizarse de forma dinámica. Se utilizaron flechas, puntos y personajes que representa a los electrones. Para cada uno de los conceptos; corriente, tensión y resistencia, se desarrolló una animación diferente. Finalmente, el contenido desarrollado para la enseñanza del tema de corriente y fenómeno

de descarga se desarrolló por medio una animación que mostraba la forma en que los electrones se separan de los átomos y se convirtieron en electrones libres. Cada uno de los contenidos visuales dinámicos y estáticos descritos se complementa con audio y texto que describe lo que está observándose en la visualización.

El diseño experimental conto con dieciséis estudiantes a los cuales se les aplico en pre-test y un post-test en base al uso de la herramienta de realidad aumentada con contenidos estáticos y dinámicos, los resultados apuntan a un incremento en general del grupo de acuerdo a la comparación inicial y final, la diferencia fue notoria al momento de comparar el uso de la RA dinámica puesto que arrojó resultados más altos en comparación del mismo grupo sin el uso de RA con contenidos dinámicos.

Por otra parte, Akçayır et al., (2015), investigaron los efectos de la realidad aumentada en un grupo 76 estudiantes universitarios de primer semestre que debían trabajar en laboratorios de física. Se implementó un diseño cuasi experimental pre-post test en el cual un grupo control y un grupo experimental debían desarrollar prácticas de laboratorio utilizando técnicas propias del mismo; la aplicación de la prueba durante 5 semanas basada en la RA mejoró de forma significativa las técnicas de laboratorio y les ayudo a construir actitudes positivas hacia los laboratorios de física, contrastando de este modo con la literatura y los antecedentes citados por los autores.

Relacionado con el contraste entre las animaciones 2D, 3D y RA; Jung-Chuan Yen, Chih-Hsiao Tsai & Min Wu (2013); analizaron la influencia del diseño instruccional para la elaboración de una unidad de aprendizaje los alumnos utilizando animaciones 2D, animaciones y simulaciones en 3D y materiales de. Por medio de un diseño cuasi-experimental, se estudió la influencia del uso de materiales de enseñanza basados en simulaciones para el aprendizaje de las fases de la luna. Participaron 104 estudiantes de una universidad al norte de Taiwán con dos grupos; un grupo control (trabajando simulaciones 2D y 3D) y un grupo experimental (simulaciones con RA). Todos los estudiantes iniciaban con contenidos iniciales homogéneos relacionados con las fases de la luna, posteriormente

trabajaban los contenidos 2D, 3D y RA. En la experiencia de aprendizaje, los estudiantes que utilizaron los contenidos 3D y RA presentaron niveles de concentración y motivación más altos ya que estos contenidos presentan conceptos abstractos de una forma más intuitiva e interactiva.

2.1.4. Realidad aumentada en la enseñanza de la química.

Relacionado con la enseñanza de la química, Ramos et al., (2012) diseñan y crean un modelo para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje soportados en dispositivos móviles y realidad aumentada, la implementación se realiza en el campo de enseñanza de la química del carbono; El proceso de investigación plantea la importancia de implementar un objeto virtual de aprendizaje como motor principal para solucionar la necesidad educativa en el área de química, generando por medio de este, "Motivación" hacia el conocimiento en el personal estudiantil, a través de la interacción de usuario-maquina, soportado por la tecnología de RA.

También, Merino et al., (2015) plantean el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje en ciencias utilizando la RA, por lo cual utilizan contenidos disciplinarios específicos en el contexto enseñanza aprendizaje donde se propone la manipulación, interacción e integración de formatos de información tridimensional que permite una mejor conexión entre los aspectos teóricos y la experiencia práctica que guía un proceso de transformación de fenómenos científicos. Por medio de este estudio se busca utilizar secuencias de enseñanza de la química que gracias a la realidad aumentada explica fenómenos cotidianos como la acidez y basicidad de las sustancias; por medio de la realidad aumentada se explica la estructura molecular de sustancias que a diario utilizamos. La secuencia presentada muestra animaciones de RA que van desde la sustancia en su vista macroscópica hasta la estructura molecular de su componente activo.

2.2. ANDAMIAJE

La metáfora de andamiaje fue propuesta originariamente, en un trabajo de Wood, Bruner y Ross para ilustrar procesos de enseñanza y aprendizaje (Guilar, 2009). Este proceso hace alusión a la interacción que existen entre las personas adultas y las criaturas. (Word, Bruner

y Ross, 1976). La metáfora hace alusión a una constante observada en diferentes estudios. Cuando una persona en efecto, mayor que la otra, (niños o niñas aprendices) intenta transmitir un conocimiento o interactúa con el propósito de enseñarle algo, muestra una tendencia a adaptar el método de enseñanza al grado de habilidad que percibe de él o ella. Las ayudas que se transmiten (sean verbales, escritas, audio-visuales o físicas) ejercen la función de andamio. Este andamio permite que el aprendiz vaya siendo más competente en el alcance de un aprendizaje. Por consiguiente, los andamiajes apoyan el proceso del estudiante en busca de que alcance un nivel de logro más allá de su nivel de habilidad. (Word, Bruner y Ross, 1976).

El concepto de andamiaje concibe tutorías realizadas por personas con experticia en un tema específico, de acuerdo con esto, los ambientes hipermediales brindan un apoyo extra a los estudiantes, y en paralelo, brindan a los docentes o tutores una visión clara que permite identificar los puntos débiles y las dificultades de los aprendices, a modo de identificar y cubrir la necesidad emergente en el proceso.

La metáfora de andamiaje se entiende como el soporte o apoyo que ofrece una persona con un grado de experiencia considerable a un aprendiz. En términos cotidianos, cuando se está construyendo cualquier edificación, está se va consolidando y va creciendo piso por piso, para eso es necesario utilizar andamios que, una vez terminado cada nivel, se van desmontando de forma gradual, hasta llegar a la cima del edificio y a su construcción total. De este modo, el símil refiere a un estudiante y la posible dificultad al realizar una tarea por cuenta propia, es en este momento que el docente o tutor empieza a “sentar el andamio” para dar estructura e ir apoyando el proceso de construcción del aprendizaje mientras se fortalecen las habilidades y competencias de los estudiantes. una vez se logren consolidar estas habilidades y competencias que en inicio eran difíciles de conseguir, el docente empezará a desmontar el andamio y empieza a disminuir la ayuda de forma gradual, en este punto el estudiante estará en la capacidad de trabajar de manera autónoma. Así, a medida que la persona va siendo más competente el monitor o enseñante retira su ayuda y concede más responsabilidad y control de la tarea al aprendiz, para que pueda, finalmente, realizar la

actividad o tarea autónomamente. El resultado final es que el “andamio” (las ayudas del instructor), al ser innecesario, se retira. (Guilar, 2009).

El tiempo destinado al uso de un andamiaje está directamente relacionado con las necesidades particulares de los estudiantes, de este modo, es este el medidor que determina el apoyo de los docentes en el proceso, así mismo y de forma gradual, en la medida en que los estudiantes van adquiriendo las herramientas y destrezas necesarias para el logro del aprendizaje este apoyo irá desapareciendo.

En términos de herramientas informáticas, las limitaciones técnicas que estas puedan presentar determinan en gran medida las dinámicas del proceso, es por esto, que en casos de uso de ayudas informáticas que no posean la opción de un medidor específico, es el docente quien decide cuando los estudiantes pueden trabajar de forma autónoma; sin la ayuda de estas herramientas.

A partir de diferentes investigaciones, se pueden identificar diferentes tipos de andamiajes, estos son; andamiajes implícitos y andamiajes explícitos. Los andamiajes implícitos refieren un apoyo brindado al estudiante, pero con una interacción indirecta, por otro lado, los andamiajes explícitos surgen a partir de los Ambientes de Aprendizaje Basados en Computador de forma explícita y con una intención clara; apoyar a los estudiantes a que lleguen al logro del aprendizaje en un concepto cualesquiera.

2.2.1 andamiajes computacionales

El concepto de andamiaje en el ámbito educativo es mucho más común de lo que pensamos, ya sea que se maneje de forma directa o indirecta, este, ha sido un proceso que se ha desarrollado de forma yuxtapuesta en el proceso de enseñanza aprendizaje. Sumado a esto, el concepto de andamiaje computacional tiene una implicación directa con el desarrollo de ambientes computacionales dirigidos al aprendizaje, y surgen para dar herramientas a los estudiantes y se aplica a diferentes áreas del conocimiento. Es por esto que de acuerdo a la necesidad han surgido diferentes tipos de andamiajes; en este campo de investigación, se han

propuesto varias clasificaciones respecto de los tipos de andamiajes implementados en diferentes ambientes hipermediales (López, & Hederich, 2010).

Los estudios que tienen que ver con andamiajes computacionales nacen a partir de dos premisas que sugieren una investigación mas profunda sobre el modo en que los estudiantes interactúan con los Ambientes de Aprendizaje Basados en Computador. De acuerdo con Moreno y Bayardo (2014), estas son: El pobre impacto que tienen dichos ambientes en el aprendizaje de los sujetos y en segundo lugar al hecho que muy pocas investigaciones se habían ocupado de ofrecer evidencias experimentales en relación con el impacto de diferentes tipos de andamiaje instruccional en el aprendizaje de los estudiantes con hipermedia.

Relacionado con lo anterior, Azavedo, Cromley & Seibert (2004) relacionan en sus investigaciones el uso de dos tipos de andamiajes: andamiajes fijos y andamiajes adaptativos. Los andamiajes adaptativos se basan en el acompañamiento de un tutor que, en la medida en que los estudiantes van siendo más autónomos y adquieren las herramientas necesarias para lograr las metas establecidas, va desvaneciendo de forma gradual la presencia del andamiaje. Los andamiajes fijos se mantienen a lo largo del trabajo del ambiente computacional y presenta un planteamiento de metas que es igual para todos los estudiantes.

2.3. METACOGNICIÓN

2.3.1. ¿Qué es la metacognición?

En la actualidad la metacognición como concepto hace referencia a {{cualquier conocimiento o actividad cognitiva que tiene como objeto, o regula cualquier aspecto de cualquier empresa cognitiva}} (Flavell, 1996, p 157). Este concepto fue acuñado en los años 70's para explicar el conocimiento que tiene el individuo sobre su propio conocimiento.

Las primeras investigaciones relacionados con la metacognición hacen referencia al trabajo de Piaget quien pensaba que {{los niños pequeños ignoraban la existencia de cosas como perspectivas conceptuales, perceptuales y emocionales; en ese entonces Piaget y sus colegas emplearon el concepto de egocentrismo para interpretar los resultados de sus estudios de desarrollo social cognitivo donde se abordaron temas tales como; la perspectiva perceptual y la comprensión de pensamientos, sueños o intenciones (Intencipa & Gallego, 2015).

Posterior a esto han sido numerosos los estudios y autores que han trabajado en el área de la psicología cognitiva para lograr un entendimiento más profundo de este concepto, esto debido al interés particular y creciente que ha generado el estudio sobre la metacognición aplicado a las ciencias y el proceso enseñanza-aprendizaje.

Varios estudios han aportado a este esfuerzo como lo referencia lucio (2001); (Flavell, 1976, 1979, 1993; Brown, 1987; Bruer, 1995; Clarke, 1994; Díaz et al., 1989; Forres et al., 1984; Gazzanica, 1994; Graham et al ., 1993; Lacasa et al., 1995; Nikerson et al., 1998; Nisbet et al., 1992; Novak, 1995; Pantoja, 1986; Smith, 1991; Waluconis, 1993; Zimmerman, 1990). Estas investigaciones preceden de forma oportuna a los nuevos retos del proceso educativo teniendo en cuenta las implicaciones actuales no solo el pensamiento de las nuevas generaciones sino también las herramientas tecnológicas ya comunes en el proceso educativo.

Así, la metacognición es una de las áreas de investigación que más ha contribuido a la configuración de las nuevas concepciones del aprendizaje y de la instrucción (Glaser, 1994). Esto en armonía con la importancia que se está dando a la conciencia del sujeto sobre su conocimiento en el marco del aprendizaje y apoyado por los procesos de autorregulación que se usan, a veces sin tener conciencia de estos.

Campanario y Otero (1998) definen la metacognición como una de las capacidades básicas y uno de los componentes de cualquier aprendizaje; por ejemplo, cuando nos referimos al conocimiento que tiene el que aprende sobre problemas y dificultades para asimilar un

determinado contenido, sobre los procedimientos cognitivos adecuados para desarrollar una tarea, sobre la aplicación de recursos de comprensión, estrategias de procesamiento, etc. La dimensión activa de la metacognición se manifestaría, pues, en el uso de estrategias que, según Flavell (1976, p. 232) se enumeraran como sigue:

- a) conocimiento sobre los propios procesos y productos cognitivos;
- b) conocimiento sobre propiedades de la información, datos relevantes para el aprendizaje o cualquier cosa relacionada con los procesos y productos cognitivos.

Osses y Jaramillo (2008) hacen referencia a una postura establecida por Flavell (1976) acerca de la metacognición, que por un lado se describe como “el conocimiento que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado con ellos, por ejemplo, las propiedades de la información relevantes para el aprendizaje” y, por otro, “a la supervisión activa y consecuente regulación y organización de estos procesos, en relación con los objetos o datos cognitivos sobre los que actúan, normalmente en aras de alguna meta u objetivo concreto”. De esto, se manifiestan procesos metacognitivos cuando, por ejemplo, se identifican niveles de complejidad y dificultad en diversos temas, de ahí que sea más difícil entender algunas temáticas, y en contraste otras se desarrollen con cierta facilidad; cuando se identifican estrategias o alternativas para resolver un problema y de estas se escoge la mejor; cuando se identifican valores o datos importantes que pueden ser evocados para resolver problemas posteriores al de la explicación; cuando se está alerta a las posibles respuestas de una pregunta a modo de escoger la correcta.

Así mismo Martínez (2004) enuncia a Flavell (1979) quién distinguió en el conocimiento metacognitivo las variables persona, tarea y estrategias como sigue:

Martínez (2004) define la categoría de la ‘persona’ como las creencias que el sujeto tiene tanto sobre sus procesos cognitivos, como sobre el de las demás personas, que plantea diferencias intraindividuales, interindividuales e incluso universales. Un ejemplo de lo anterior sería el considerar que se pueden aprender y recordar más palabras a partir de la

lectura de una lista, que cuando estas mismas palabras están incluidas en un texto o párrafo. Con respecto a las variables de la ‘tarea’ se hace referencia a la información disponible durante el proceso de resolución o búsqueda de un objetivo determinado en función de la tarea propuesta. Con respecto a las variables de la ‘tarea’ se hace referencia a la información disponible durante el proceso de resolución o búsqueda de un objetivo determinado en función de la tarea propuesta. La variable ‘estrategia’, por último, se refiere a las acciones cognitivas (atención, ensayo, elaboración, recuperación) que el sujeto activa para la consecución efectiva del objetivo propuesto. Adicional a esto, Flavell (1979) considera que un proceso metacognitivo considerable, es aquel que integra las tres variables; persona, tarea y tarea como un sistema unificado con relaciones vinculadas.

Para concebir de forma más amplia, Tovar-Galvez (2008) plantea; la metacognición como una estrategia que abarca tres dimensiones a través de la cual el sujeto actúa y desarrolla tareas: a) dimensión de reflexión en la que el sujeto reconoce y evalúa sus propias estructuras cognitivas, posibilidades metodológicas, procesos, habilidades y desventajas; b) dimensión de administración durante la cual el individuo, que ya consciente de su estado, procede a conjugar esos componentes cognitivos diagnosticados con el fin de formular estrategias para dar solución a la tarea; y c) dimensión de evaluación, a través de la cual el sujeto valora la implementación de sus estrategias y el grado en el que se está logrando la meta cognitiva. Así mismo, el autor propone que para poder direccionar sus aprendizajes y desarrollar una autonomía, el estudiante debe desarrollar estrategias metacognitivas a partir de herramientas que el mismo debe construir.

De acuerdo con Tovar (2008), la metacognición es una estrategia que comprende tres dimensiones como se ilustra en el siguiente gráfico:

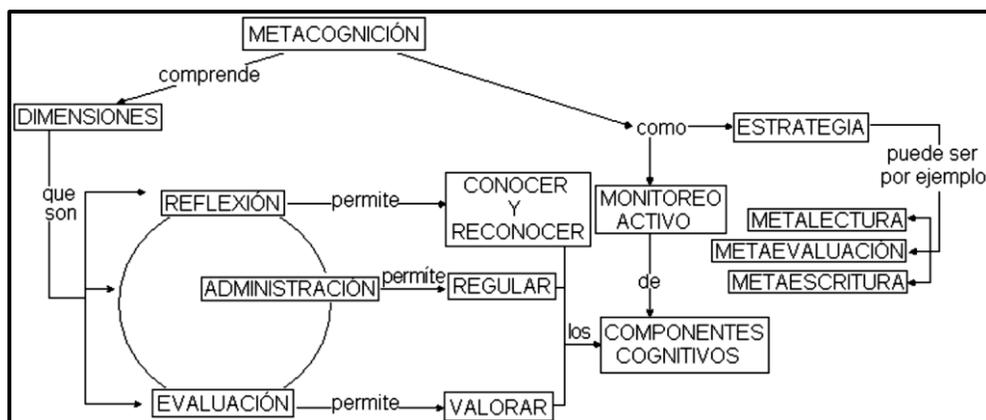


Figura 1. Concepto Metacognición

Nota: Fuente: Tovar-Galvez, Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. 2008, pág. 3.

La metacognición es un concepto bastante configurado, y con diversa cantidad de significados (Yunsen 1985), que se ha ido modelando a partir de los estudios desde diversas corrientes psicológicas y pedagógicas, basado en esto, Yunsen (1985) propone 4 paradigmas y seguimientos teóricos sobre la metacognición:

Tabla 1. Paradigmas teóricos de la Metacognición

Nota: Fuente: YUSSEN, S. The Rol of metacognition in Contemporary Theories of Cognitive Development. 1985, pág. 263

Siegler,	Siegler,	Siegler,
Procesamiento de la información	Siegler, Klahr, Sternberg, Trabasso	Descripción, modelo de control, procesos ejecutivos. Descripción, modelo de mecanismos autorregulatorios. Descripción, modelo de entrenamiento en estrategias y generalización.
Cognitivo-estructural	Piaget, R. Brown, Feldman	Descripción estructural del conocimiento sobre acontecimientos cognitivos y patrones estratégicos. Énfasis en secuencias de cambio estructura Modelos de relación entre cambio estructural en conocimiento metacognitivo y otro conocimiento.
Cognitivo-conductual	Bandura, Michael, Rosenthal y Zimmerman	Estatus de metacognición en el repertorio de acontecimientos simbólicos que median el aprendizaje. Descripción del modelo como fuente de metacognición. Papel de la metacognición en la ingeniería y tecnología del cambio de conducta
Psicométrico	Cattell-Horn, Guilford,	Problemas de medida (p. Ej., fiabilidad, validez). Identificar factores metacognitivos o procesos básicos.

	Estructura del Intelecto, Factor Kaufman, Modelo estructural, WISC	
--	--	--

2.3.2. Aprendizaje y Metacognición

Durante todo momento, los investigadores del área educativa buscan entender y dinamizar diversas problemáticas que se perciben en este entorno, una de estas y que ha sido materia de diversa cantidad de estudios es la relación del proceso enseñanza-aprendizaje, relación atada al momento histórico que es cambiante por lo que no se puede emitir un juicio definitivo o llegar a una conclusión terminante puesto que las preguntas del qué, cómo, y para qué se enseña en todo momento estarán atadas a la realidad específica del momento, a las sociedades, a las personas. Hallar el sentido que tiene la metacognición en el actual y cambiante escenario, implica entender sobre la eficacia de los métodos que se utilizan para lograr procesos autorregulados.

El conocimiento metacognitivo permite que el estudiante reflexione sobre su propio pensamiento con el fin de promover el aprendizaje autónomo y el éxito académico (Escanero et al., 2013). De este modo, la metacognición, como conocimiento, posibilita la valoración de los resultados de la actividad cognitiva. El análisis metacognitivo de la actuación, puede facilitar que el alumno desarrolle una causalidad interna, estable, específica y controlable respecto a sus éxitos y fracasos, que le permita evolucionar (Ugatetxea, 2002).

Bustingorry y Mora (2008) hacen referencia al conocimiento metacognitivo categorizado como sigue:

- a) Conocimiento de la persona. En este caso, se trata del conocimiento que tenemos de nosotros mismos como aprendices, de nuestras potencialidades y limitaciones cognitivas y de otras características personales que pueden afectar el rendimiento en una tarea.
- b) Conocimiento de la tarea. Hace alusión al conocimiento que poseemos sobre los objetivos de la tarea y todas aquellas características de ésta, que influyen sobre su mayor o menor

dificultad, conocimiento muy importante, pues ayuda al aprendiz a elegir la estrategia apropiada.

c) Conocimiento de las estrategias. El aprendiz debe saber cuál es el repertorio de estrategias alternativas que le permitirán llevar a cabo una tarea, cómo se aplicarán y las condiciones bajo las cuales las diferentes estrategias resultarán más efectivas.

Referido a lo anterior, se complementa el conocimiento metacognitivo con el control metacognitivo. En cuanto al control metacognitivo o aprendizaje autorregulado, la idea básica es que el aprendiz competente es un participante intencional y activo, capaz de iniciar y dirigir su propio aprendizaje y no un aprendiz reactivo. El aprendizaje autorregulado está, por tanto, dirigido siempre a una meta y controlado por el sujeto que aprende (Argüelles y Nagles 2007), citado por Bustingorry y Mora (2008).

La importancia de los procesos metacognitivos en educación, radican en que los estudiantes se encuentran a muy a menudo con nuevas y diversas tareas de aprendizaje en las cuales deben estar en la capacidad de desarrollar de forma autorregulada y autónoma como estrategia para el logro del aprendizaje.

Así, el conocimiento metacognitivo hace referencia a la comprensión de los factores o variables que interactúan y afectan el curso y el resultado de una experiencia cognitiva (Flavell, 1979). Seguido a esto, Romero y Vergara (2014) se refieren al proceso metacognitivo como un conocimiento personal, es decir, que un sujeto pueda identificar qué se le facilita o dificulta (en términos de capacidades cognitivas), en qué es bueno y en qué requiere mayor esfuerzo, qué asignaturas favorecen su desempeño, en qué espacios o contextos es favorable su aprendizaje, si aprende más escuchando, leyendo o haciendo esquemas o gráficos, si se expresa mejor escribiendo que hablando, si sabe explicar la razón por la que cometió un error, si identifica, hace conciencia y persigue la conquista del objetivo de una tarea o situación, en fin, estos son algunos ejemplos que pueden hacer evidente el conocimiento metacognitivo de un sujeto.

Sobre este juicio, Oses y Jaramillo afirman que:

En cuanto al control metacognitivo o aprendizaje autorregulado, la idea básica es que el aprendiz competente es un participante intencional y activo, capaz de iniciar y dirigir su propio aprendizaje y no un aprendizaje reactivo. El aprendizaje autorregulado está, por tanto, dirigido siempre a una meta y controlado por el sujeto que aprende” (Osses y Jaramillo, 2008, p. 192).

Llevado esto al proceso de enseñanza-aprendizaje, se entiende que son en este caso los estudiantes actores de un control reflexivo de la información que reciben y el modo en que la conocen, así, puede establecer metas para tener claridad sobre lo que quiere lograr con esta información, supervisar de forma continua y ajustar en el momento que sea necesario teniendo en cuenta siempre el qué está aprendiendo y como lo está haciendo.

Seguido de esto, Romero y Vergara (2014) enuncian:

Es evidente que la metacognición juega un rol esencial en el aprendizaje y en el desarrollo de las habilidades de pensamiento de orden superior y debido al énfasis que hace en el control cognitivo resulta ser un punto de apoyo importante en el aprendizaje mediado por las tecnologías, es por ello que la indagación sobre las investigaciones que exploran la relación entre metacognición y entornos virtuales de aprendizaje...

Este contexto denota un amplio campo de investigación y puede focalizar estrategias para promover cambios en los actuales y algunas veces estáticos procesos de enseñanza en la escuela.

2.3.3. Ambientes Hipermediales y Metacognición

Los ambientes computacionales ofrecen herramientas que articulan y ofrecen una variedad extensa de contenidos en el desarrollo de conceptos. Debido a esto, la cantidad de información que se puede encontrar en un ambiente hipermedial exige a los estudiantes realizar diversos análisis del entorno de aprendizaje, generar con estos análisis metas de

aprendizaje que lo lleven al logro del objetivo, determinar cuáles son las estrategias que debe utilizar, evaluar el valor de dichas estrategias y su alcance para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

Dicho de otro modo, durante el uso de estos ambientes son necesarios diversos procesos metacognitivos en donde los estudiantes puedan definir si entienden que están aprendiendo, como están aprendiendo y así mismo puedan regular sus procesos para revisar, modificar, o ajustar todas aquellas estrategias implícitas en el proceso de aprendizaje; En efecto, un buen desarrollo hipermedial, permite en los estudiantes un procesos de aprendizaje más efectivos y encaminados al desarrollo de habilidades; López, Hederich y Camargo (2012) enuncian a Azevedo, 2005; Azevedo & Cromley, 2004; Brush & Saye, 2001; Jacobson & Archodidou, 2000; Land & Greene, 2000; Winne, 2001, relacionando el uso eficaz de escenarios computacionales con el logro del aprendizaje con la capacidad autorreguladora del estudiante:

...los estudios indican que la estructura de los ambientes Hipermediales exige al estudiante regular su aprendizaje; es decir, el aprendiz tiene que tomar decisiones sobre qué aprender, cómo aprenderlo, cuánto tiempo interactuar con el ambiente, cómo y cuándo acceder a las ayudas que el software tiene implementadas y cómo autoevaluar su nivel de comprensión con respecto al dominio de conocimiento en estudio.

Valencia, Sanabria & Ibáñez añaden; (...) La metacognición es un elemento importante para una comprensión del aprendizaje en cualquier dominio, puesto que los aprendices podrían regular sus tácticas y estrategias cognitivas para construir significados de sus lecturas y experiencias dadas en ambientes computacionales.

Chaverra (2008), investiga las relaciones entre la escritura, la metacognición y las tecnologías de la información y la comunicación desde una perspectiva educativa. El análisis se realiza a partir de la exploración y caracterización de los procesos de naturaleza metacognitiva que se desarrollan durante la escritura mediada por una herramienta hipermedial:

El análisis de datos de esta investigación muestra que al utilizar herramientas hipermediales o procesadores de texto, los estudiantes son más reflexivos en términos metacognitivos, pero además demuestran diferencias en la operación metacognitiva misma.

2.3.4. metacognición y los componentes; meta nivel y objeto nivel

Teniendo en cuenta la metacognición concebida desde diferentes estudios, diversos autores os han enfocado a explorar su importancia aplicado a la memoria; la metamemoria, haciendo énfasis en la conciencia y control del proceso de aprendizaje, lo que ha dejado grandes hallazgos a la enseñanza. Crespo (2000), enuncia a Nelson y Narens (1994) quienes suponen que en su ejercicio de las acciones cognitivas los sujetos desarrollan un modelo ideal de cómo deben operar estos procesos; debido a esto, representan el funcionamiento de dicho sistema de control en dos niveles cognitivos distintos. Uno de ellos es el nivel objeto, es decir, el nivel de la actuación concreta del individuo. El otro es el meta-nivel en el cual se encuentra el modelo de lo que esta actuación debería ser. Entre ambos niveles hay un flujo de información en el cual el meta-nivel ejerce un papel de dominancia o control respecto del nivel de objeto. El nivel objeto, por su parte, envía información al nivel meta sobre su situación actual a través del monitoreo. La figura 2 muestra la relación entre el meta-nivel y objeto-nivel:



Figura 2. Flujo de información entre los dos niveles de la Metacognición. Tomado de (Sha, 2008).

La información que fluye desde el metanivel al nivel de objeto, cambia el estado del proceso a nivel objeto o cambia el proceso de nivel objeto en sí mismo. Las nuevas acciones, promovidas a nivel de objeto, consisten en iniciar una acción, continuarla o terminarla. El monitoreo, por otra parte, implica que el meta-nivel es informado por el nivel objeto, pero dicha información no puede cambiar el estado del metanivel en sí. (Crespo, 2000).

2.3.5. estrategias metacognitivas (planeación, supervisión y evaluación)

Se definen como “el conjunto de acciones orientadas a conocer las propias operaciones y procesos mentales (qué), saber utilizarlas (cómo) y saber readaptarlas y/o cambiarlas cuando así lo requieran las metas propuestas” (Osse 2007).

Dado que todo proceso de aprendizaje lleva consigo el uso de herramientas y estrategias cognitivas; Las estrategias metacognitivas, se emplean para planificar, supervisar y evaluar la aplicación de las estrategias cognitivas (Bustingorry & Jaramillo 2008). Cabe resaltar que desde la psicología de la cognición y de la información y su procesamiento, se fundamentan como procesos que posibilitan el uso adecuado de la información; facilitan aspectos como la atención, la motivación, la recuperación de la información, organización, así como el control de los procesos cognitivos; de esto, se tiene que estos procesos sirven de base a las tareas intelectuales en general. (Martínez, 2004).

La planeación, supervisión y evaluación se conciben desde la metacognición como funciones implícitas y se definen:

2.3.5.1 Planificación del aprendizaje

En esta etapa los estudiantes deben tener claro cuáles son los contenidos que se van a abordar, es necesario tener un panorama del ambiente hipermedia en el que se va a trabajar, si como la adopción de una estrategia de aprendizaje que le permita desarrollar las temáticas propuestas.

2.3.5.2 Supervisión

En esta etapa los estudiantes deben ser consciente de su propio proceso de aprendizaje y se logra por medio de la supervisión, esta supervisión le permite ser consciente de su avance,

monitorearlo y regularlo de acuerdo con los resultados de dicho monitoreo, en este punto se debe analizar que tan pertinentes han sido las estrategias adoptadas y si realmente apuntan a la meta de aprendizaje planteada. Esta etapa permite al aprendiz saber y decir en cada momento del proceso cómo va, qué dificultad se le está presentando y cómo resolverla, y si es el caso retroceder o cambiar de estrategia (Ochoa, 2000).

2.3.5.3 Evaluación

En esta parte del proceso el estudiante evaluará el alcance o no del logro del aprendizaje y el uso de las diferentes herramientas planteadas en la estrategia del aprendizaje para llegar a la meta. En esta instancia el estudiante “ha sido consiente de cómo, cuanto tiempo y cuanto aprendió y que tipo de problemáticas hubo durante el proceso de aprendizaje. (Diaz, 2011).

De acuerdo con lo anterior cabe resaltar que para la implementación de estrategias metacognitivas dirigidas hacia el propio aprendizaje, es necesario desarrollar un saber de un nivel superior: un saber sobre el hacer. Esto permite al sujeto aprender a planificar, administrar y regular su propio aprendizaje y los procesos de solución de problemas, mediante la elección, utilización, modificación y evaluación de las estrategias cognitivas apropiadas. (Klimenko & Alvares, 2009).

2.3.6. monitoreo y control

Entre los indicadores que explican el proceso metacognitivo Kagan y Lang (1986) indican sobre el funcionamiento metacognitivo en cada una de las dimensiones de la metacognición; Supervisión o monitoreo y Control.

Relacionado con el monitoreo, se concibe como una dimensión de la metacognición en la que se reflexiona sobre los procesos u operaciones mentales (acciones cognitivas) puestos en marcha y examinar sus efectos, se hace un monitoreo pertinente cuando se piensa activa y objetivamente acerca de lo que se está haciendo y se ejerce un control sobre los procesos a modo de dedicar ajustes a la realización exitosa de una tarea intelectualmente exigente.

Seguido de lo anterior, la dimensión metacognitiva dedicada al control complementa la dimensión supervisiva y está enfocada a la resolución a partir del ajuste o modificación de estrategias para la resolución de un problema o llegar al logro del aprendizaje.

Estos procesos son evidenciables cuando una vez detectada la existencia de un problema, se aprecia su dificultad y en función de esta última, se ajustan los esfuerzos cognitivos que hay que desarrollar; se mantiene una flexibilidad de pensamiento, de modo que sea posible ensayar diferentes opciones o caminos hacia la solución del problema. (González, 1996).

2.4. ACTIVADORES METACOGNITIVOS

Los activadores metacognitivos surgen como herramienta y se adhieren al concepto de andamiaje, este concepto fue definido a partir de la Zona de Desarrollo Próximo ZDP, planteada por Vygotsky en su teoría sociocultural del aprendizaje, que se refiere a la ayuda que el adulto le puede brindar al niño con el propósito de cumplir sus objetivos de aprendizaje (Tuckman, 2007; Wood, Bruner, & Ross, 1976; Wu & Pedersen, 2011). Un andamiaje es un apoyo que se le brinda al estudiante para desarrollar de forma exitosa una tarea de aprendizaje (Wood et al., 1976). Para lograr el anterior proceso, en el ámbito de las tecnologías de la información aplicadas a la educación, se están diseñando andamiajes metacognitivos con el fin de brindar un apoyo a los estudiantes cuando interactúan con ambientes basados en la web. Los andamiajes metacognitivos favorecen la planeación, el monitoreo, autoevaluación y control de los procesos cognitivos de manera consiente durante el desarrollo de tareas de aprendizaje (Kim & Hannafin, 2011; Zhang y Quintana, 2012;).

Al respecto, Quintana et al. (2005) y Molennar et al. (2010), plantean que los andamiajes metacognitivos se caracterizan por gestionar y regular los procesos cognitivos. Este tipo de andamiajes le ayudan al estudiante a: 1) planear lo que quiere aprender, es decir, le propone definir de metas de aprendizaje, estrategias y tiempos, 2) ejecutar y monitorear 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. Este proceso 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; Molenaar et. al., 2010; Quintana et al., 2005).

2.5. CARGA COGNITIVA

La teoría de la carga cognitiva TCC, hace alusión a los sistemas de instrucción y la memoria de trabajo. La memoria humana concebida desde su arquitectura hace una diferenciación entre la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo es la parte de la memoria donde se almacenan grandes cantidades de información de forma permanente, mientras que la memoria a corto plazo es donde se almacenan pequeñas cantidades de información para más corta duración (Cowan, 2001; Milner, 1966; Doshier, 2003; De Jong, 2010). La memoria a corto plazo es la responsable del procesamiento de la información, este término fue reemplazado por “memoria de trabajo”.

Diversos estudios han demostrado que la capacidad de la memoria de trabajo está directamente relacionada con la capacidad cognitiva y el rendimiento académico (Yuan, et al., 2006). La memoria de trabajo ha sido revisada ampliamente y sus características han sido tema de estudio de diversos investigadores, Sweller y demás investigadores aplicando el diseño de instrucción han indagado en el tema; Sweller (1994) propone que la teoría de la carga cognitiva busca plantear el diseño de material instruccional con la arquitectura Cognitiva Humana (ACH) (Andrade- Lotero, 2012), proponen que es necesario comprender como el cerebro piensa para que se pueda explicar y mejorar el aprendizaje. Relacionado con la Teoría de la carga cognitiva la información entra al cerebro y es procesada en tres diferentes estructuras: la memoria sensorial, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo (Andrade- Lotero, 2012). A continuación, se presenta la estructura propuesta sobre al ACH:

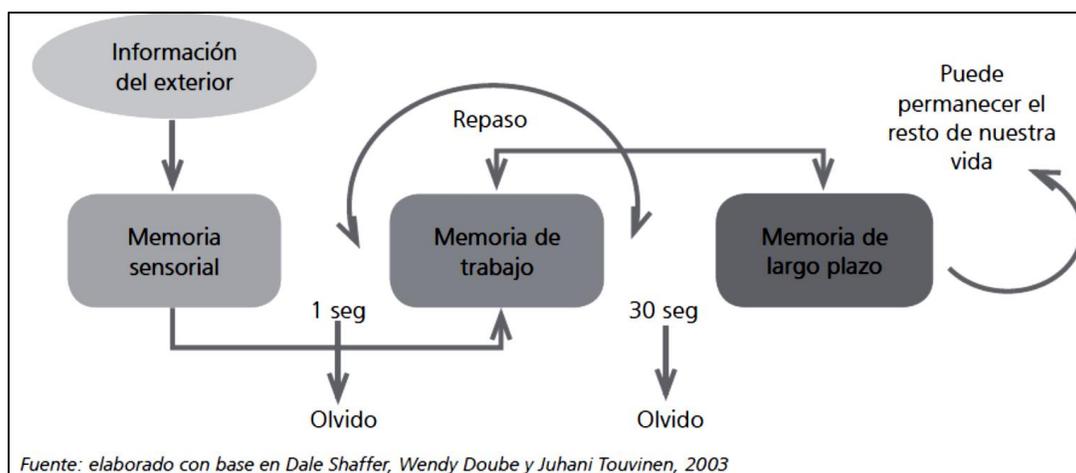


Figura.3 Estructura de la Arquitectura Cognitiva Humana tomado de Andrade- Lotero (2012).

La memoria sensorial funciona por los canales sensoriales como el visual y el auditivo, este tipo de memoria recibe el estímulo de los sentidos y los almacena por un corto tiempo (Andrade – Lotero, 2012). De acuerdo con Shaffer, Doube, & Tuovinen, (2003), la función de la memoria sensorial es convertir los estímulos en información, sin embargo en este tipo de memoria no se les asigna significado.

En contraste, la memoria de trabajo retiene y modifica la información por intervalos pequeños de tiempo, y, en concordancia con Sweller (2006) el procesamiento de la información de esta memoria está relacionado con la actividad que el sujeto este realizando de manera consciente. De acuerdo con la teoría de la carga cognitiva la memoria de trabajo posee una capacidad de procesamiento limitada puesto que está en la capacidad de manejar en simultanea solo 7 ítems (Miller, 1956; Andrade- Lotero, 2012).

La memoria a largo plazo tiene como característica principal ser ilimitada, esto, debido a los esquemas fuertes que son construidos son permanentes y permiten el procesamiento de la información. En esta memoria se categorizan los conocimientos con el fin de facilitar su posterior recuperación y aplicación en tareas particulares (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003); estos nuevos conocimientos adquiridos pueden ser relacionados con conocimientos previos y constructos mentales almacenados en la memoria a largo plazo (Clark & Mayer, 2007; Mayer, 2005), esto, permite el desarrollo de procesos de aprendizaje mas eficaces.

De acuerdo con Racines (2014), la memoria de trabajo se favorece cuando son utilizados varios canales al mismo tiempo y de este modo no se sobrecarga ninguno de ellos. La carga cognitiva es la cantidad total de actividad mental procesada conscientemente, en un momento dado cuando el sujeto está desarrollando una tarea (Paas, et al., 2003); sin embargo, existen diferenciaciones en los tipos de carga.

2.5.1 TIPOS DE CARGA COGNITIVA

Existen tres tipos de carga cognitiva: Intrínseca, extrínseca y relevante o germánica.

2.5.1.1 Carga cognitiva intrínseca

La carga cognitiva intrínseca hace referencia a la dificultad de los temas (Cooper, 1998; Sweller & Chandler, 1994). La carga cognitiva intrínseca es el "peso" cognitivo de la información o tarea, determinada por la complejidad del material que se procesa, y esto es fijo. Un caso más difícil o un procedimiento muy complicado tienen una carga intrínseca más alta que un caso o procedimiento más sencillo.

Teóricos de la educación coinciden en que la carga cognitiva intrínseca puede alterarse a través de técnicas de instrucción que hagan que los contenidos complejos se vuelven un poco más fáciles de aprender. Una forma de reducir la carga cognitiva de los contenidos sería utilizar el enfoque “de lo simple a lo complejo”, donde los elementos a estudiar se van introduciendo en un orden progresivo (simple-complejo) de modo que el estudiante no se enfrente desde un primer momento al contenido en toda su complejidad (van Merriënboer, Kirschner & Kester 2003). Un segundo método es el enfoque de “la parte y el todo”, donde primero se enseñan los elementos individuales a los alumnos y después se les enseñan las tareas donde todos los elementos vengan integrados (Bannert 2002; Pollock, Chandler & Sweller 2002).

Un tercer enfoque sería el de introducir todo el material en toda su complejidad desde el principio, pero después hacer que el estudiante ponga su atención en la relación de cada uno de sus elementos.

2.5.1.2 Carga cognitiva extrínseca

La carga cognitiva extrínseca es una carga que no necesariamente produce aprendizaje y que puede ser alterada por intervenciones basadas en la instrucción. Esta carga refiere específicamente el material de instrucción y que no contribuye directamente al aprendizaje (De Jong, 2010). En pocas palabras, la carga extrínseca es la carga “innecesaria” porque no contribuye directamente al aprendizaje.

Los teóricos consideran que un diseño de instrucción será más efectivo cuando se encarga de minimizar la carga extrínseca con el objetivo de liberar la capacidad de memoria de trabajo. Esta carga es generada por la forma en que se presenta la información a los estudiantes y está bajo el control de diseñadores instruccionales. Esta carga se puede atribuir al diseño de los materiales de instrucción. Porque hay un solo recurso cognitivo limitado. Reduciendo los recursos para procesar la carga extrínseca se liberan recursos disponibles para procesar la carga intrínseca y la carga germánica (Ramírez, 2018).

2.5.1.3 Carga Cognitiva Germánica

De acuerdo con Sweller (1998), La carga cognitiva germánica o pertinente, participa en los procesos que se encuentran dentro de la construcción y automatización de esquemas como el objetivo principal del aprendizaje. Esta carga tiene como objetivo la elaboración, construcción y automatización de los esquemas. Mientras que la carga cognitiva intrínseca generalmente se piensa que es inmutable, diseñadores instruccionales pueden manipular las cargas. Se sugiere que limitan la carga extrínseca y que promuevan la carga germánica.

La carga cognitiva pertinente es sumatoria. Por lo que al momento de realizar una tarea específica el uso de carga cognitiva se distribuye desde los tres tipos de carga, por lo tanto,

la idea realizar diseños instruccionales más eficientes tiene su éxito en lograr reducir la carga cognitiva extrínseca y así dar espacio a la liberación de recursos de memoria de trabajo para que puedan dedicarse a la carga cognitiva germánica (Sweller, 2007). El aprendizaje es el cambio en la cantidad de información acumulada en la memoria de largo plazo (Andrade-Lotero, 2012). Así pues, la función de la enseñanza, en definitiva, es aumentar la información útil en los esquemas de los aprendices (Sweller, 2006). Dado que los tres tipos de carga cognitiva son aditivos, el aumento o disminución de uno de ellos influirá directamente en la cantidad de recursos disponibles para los otros dos (Ramírez, 2018).

2.6. ESTILOS COGNITIVOS EN LA DIMENSION DIC

2.6.1 Estilos cognitivos

El estilo en educación hace alusión a la tendencia innata que tienen los sujetos frente a un proceso académico. La más directa consecuencia del estilo cognitivo en situaciones académicas podría encontrarse en las inclinaciones de los estudiantes ante los materiales didácticos (Tinarejo & Paramo, 2013). El estilo cognitivo en la dimensión Dependencia-Independencia de campo (DIC) es tal vez una de los aspectos más trabajados en educación, es por esto que diversos autores han aunado el estilo cognitivo en la dimensión DIC con el desempeño propio de los estudiantes, y para esto han tomado como medida el logro del aprendizaje. La influencia del estilo cognitivo en la dimensión DIC se relaciona con el material instruccional o de aprendizaje y las metodologías que los alumnos llevan a cabo en el escenario educativo.

2.6.2. estilo cognitivo en la dimensión DIC, dependencia-independencia de campo

Lopez, Ibañez & Chiguazaque, (2014), citan en su investigación acerca del estilo cognitivo y fijación de metas en ambientes computacionales:

Una de las dimensiones de estilo cognitivo más conocida y estudiada en el contexto educativo es la denominada dependencia / independencia de campo (DIC), propuesta y desarrollada por Witkin desde 1948 (Hederich, 2007). En esta dimensión los sujetos son ubicados a lo largo de un continuo estilístico. En uno de los extremos se ubican los individuos dependientes de

campo (DC), en el otro, los independientes de campo (IC) y, en el centro, los sujetos intermedios (Liu y Reed, 1994).

Esta dimensión establece una diferencia entre los sujetos con tendencia a un procesamiento de tipo analítico, independientes factores contextuales (los sujetos independientes de campo), y aquellos con tendencia a un procesamiento de tipo global, muy influenciado por contexto (los sujetos dependientes de campo). (López et, al., 2011).

Los estudiantes independientes de campo (IC) se caracterizan por su confianza en los referentes internos y su motivación intrínseca. Además, pueden extraer la información esencial de un cuerpo de datos y generar hipótesis exitosas sobre su relación con conocimientos previamente construidos (Fritz, 1994; Lyons-Lawrence, 1994; Reiff, 1996). Estas características estilísticas de los sujetos IC están asociadas con la utilización de estrategias estructuradas en su proceso de aprendizaje. (Lopez et al., 2011).

Por su parte, los sujetos dependientes campo (DC) son más sensibles a las señales externas y tienden a tomar la información tal y como se les presenta. En compensación, la aproximación global propicia una actitud receptiva, expectante ante las tareas intelectuales (Witkin y Goodenough, 1977a; Witkin et al., 1979; Chinien y Boutin, 1992, 1993; Liu y Reed, 1994; Lyons-Lawrence, 1994; Riding y Cheema, 1991). (López et al., 2011).

Por tanto, el estilo cognitivo en la dimensión DIC se ha planteado como un factor que ha de tenerse en cuenta en el análisis de los procesos educativos, pedagógicos y/o didácticos y, también, en el diseño de ambientes computacionales (López & Triana 2013).

3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el proceso, se desarrolla una investigación de tipo cuasi-experimental donde se tendrán dos variables dependientes, una variable independiente, una variable asociada y una Covariable. Esta investigación involucra a los estudiantes para que por medio

de las herramientas entregadas puedan llegar al logro del aprendizaje y también entender y utilizar las estrategias metacognitivas con las cuales cuentan.

Esta investigación inicia con el trabajo en el ambiente hipermedia de Realidad Aumentada y una etapa posterior donde se verifica si hay diferencias relevantes en el logro del aprendizaje de los estudiantes y determinar la medición de la carga cognitiva. De acuerdo con lo anterior se toma como covariable las notas previas de los estudiantes en la asignatura de química.

Durante el proyecto se trabajó con dos grupos de estudiantes previamente establecidos pertenecientes a los cursos 1101 y 1102 de grado undécimo del Colegio Bilingüe San Juan de Dios, ellos, trabajaron en las salas de informática utilizando un ambiente computacional que consta de dos valores. Teniendo en cuenta el diseño factorial, se identificaron 6 subgrupos; la variable independiente toma dos valores: 1] El ambiente hipermedial: un grupo trabajo en un ambiente hipermedial de realidad aumentada con activadores metacognitivos, otro grupo trabajó en un ambiente hipermedial de realidad aumentada sin activadores metacognitivos. 2] En cada uno de los grupos se diferenció el estilo cognitivo de los estudiantes: dependiente, intermedio y dependiente de campo.

Posterior a este proceso se realiza la valoración de los logros de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, así mismo, sus niveles metacognitivos. Para verificar el efecto que tuvo la implementación del ambiente hipermedial en cada uno de los grupos y sus subgrupos en las diferentes condiciones se realizó un análisis multivariado de covarianza. La metodología y los resultados del tratamiento hecho durante la investigación se detallan en un capítulo dedicado a este desarrollo.

3.1. DISEÑO Y PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Diseño de la Investigación

Para la investigación se tuvo un diseño factorial 2x3 con grupos de grado undécimo previamente conformados, estos estudiantes pertenecen a una institución educativa de

carácter privado de Bogotá. Para el desarrollo de la investigación los estudiantes trabajaron con un software conformado por 5 unidades de aprendizaje con sus respectivas pruebas de salida o evaluaciones.

Así mismo, en el proceso investigativo, se trabajó como variable independiente un ambiente hipermedia para la enseñanza de la química que toma dos valores: 1) ambiente hipermedia con andamiaje metacognitivo (O_1) y 2) ambiente hipermedia sin andamiaje metacognitivo (O_2). Relacionado con las variables dependientes se tuvieron en cuenta: 1) El logro de aprendizaje la Nomenclatura de los Grupos Funcionales Orgánicos. 2) la percepción relacionada al proceso metacognitivo y 3) La carga cognitiva con tres valores: 1) Carga intrínseca, 2) Carga extrínseca, y 3) Carga germánica. La variable asociada se trabajó desde el estilo cognitivo en la dimensión DIC que toma 3 valores: 1) dependientes de campo, 2) intermedios de campo, y 3) independientes de campo.

Como investigación cuasiexperimental se toma como covariable las notas anteriores de los estudiantes en Ciencias Naturales (Química) y, los datos arrojados en la prueba MAI de autorregulación del cual se usaron los ítems específicos de planificación, monitoreo y depuración.

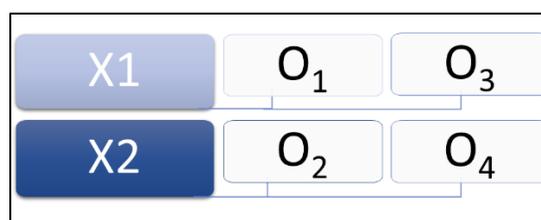


Figura 4. Diseño de la investigación.

Relacionado con el diseño factorial de la investigación, se realiza un análisis multivariado MANCOVA. Este análisis se hace utilizando el software estadístico denominado Statistical Package for the Social Science- IBM SPSS.

En la siguiente tabla se presenta el tamaño de la muestra en cada uno de los grupos conformados de acuerdo con las variables establecidas.

Tabla 2. Tamaño de los grupos de acuerdo con el diseño para el análisis de los datos. Diseño factorial 2x3

Ambiente computacional	Estilo Cognitivo			Total
	Dependiente de campo	Intermedio de campo	Independiente de campo	
Con Andamiaje	15	10	6	31
Sin andamiaje	7	11	18	36
Total	22	21	24	67

3.1.2. Población y muestra

Para la puesta en marcha y desarrollo del trabajo investigativo participaron un total de 67 estudiantes de grado undécimo del Colegio Bilingüe San Juan de Dios, de estos 45 eran hombres (67.16 %) y 22 eran mujeres (32.83 %) con una edad que oscilaba entre los 19 y 15 años. En la anterior tabla (tabla 2.) se relacionan la cantidad de estudiantes que interactuaron con el ambiente computacional teniendo en cuenta sus dos valores; con y sin activadores metacognitivos.

3.2 INSTRUMENTOS

3.2.1 Medición de la metacognición

Para efectos de la investigación, se aplicó un pretest y un postest conocido como el MAI. El MAI permite identificar las habilidades metacognitivas de los sujetos por medio de 52 ítems distribuidos en dos categorías, el conocimiento de la cognición y la regulación de la cognición que, a su vez, se encuentran divididas en otras categorías más específicas (Huertas, Vesga & Galindo 2014). En la tabla 3 se relacionan las 3 subcategorías utilizadas del MAI y sus respectivas preguntas.

Dicho lo anterior, El MAI es un cuestionario que está definido en dos categorías principales; Conocimiento de la cognición y Regulación de la cognición, de esta segunda categoría se trabajaron las subcategorías de planificación, monitoreo y depuración.

Tabla 3. Categoría general, subcategorías y preguntas del cuestionario MAI utilizadas en la investigación

Categoría general	Subcategorías	Definición	Preguntas
	Planificación		4. Cuando estoy estudiando organizo mi tiempo para poder terminar la tarea

		<i>Planeación, por parte del sujeto, de los tiempos de estudio, fijación de metas de aprendizaje y selección de recursos.</i>	6. <i>Identifico en aquello que necesito aprender antes de comenzar con una tarea</i> 8. <i>Antes de empezar con una tarea, me propongo objetivos específicos</i> 22. <i>Me pregunto cosas sobre el tema que voy a estudiar antes de empezar</i> 23. <i>Pienso en posibles formas de dar solución a un problema y de estos escojo la más conveniente</i> 42. <i>Antes de empezar una tarea leo cuidadosamente los enunciados</i> 45. <i>Para llegar al logro de mis objetivos organizo mi tiempo</i>
Regulación de la cognición	Monitoreo	<i>Supervisión que ejerce el sujeto del proceso de aprendizaje durante el desarrollo de tareas.</i>	1. <i>Me pregunto de forma continua si estoy logrando mis metas en la asignatura</i> 2. <i>Busco diferentes maneras de solucionar un problema antes de resolverlo</i> 11. <i>Al momento de resolver algún ejercicio, tengo claro si utilice todas las posibles estrategias para desarrollarlo</i> 21. <i>Utilizo el repaso de los temas trabajados para entender relaciones importantes</i> 28. <i>Análisis de forma espontánea la efectividad que tienen las estrategias que utilizo</i> 34. <i>Me detengo y reviso lo que voy aprendiendo</i> 49. <i>Me pregunto si estoy aprendiendo bien o no cuando aprendo algo nuevo</i>
	Depuración	<i>Proceso realizado por el sujeto y que le permite identificar debilidades en el aprendizaje y ajustar las estrategias para mejorar su desempeño.</i>	25. <i>De no entender algún tema, pido ayuda para resolverlo</i> 40. <i>Modifico las estrategias cuando no logro entender un problema</i> 44. <i>Me pregunto si mis suposiciones son correctas o no cuando tengo alguna confusión</i> 51. <i>Hago una pausa para repasar alguna información nueva que me es confusa</i> 52. <i>Si estoy confundido me detengo y vuelvo a leerlo</i>

3.2.2 Prueba de figuras enmascaradas para determinar El Estilo Cognitivo en la Dimensión DIC.

La prueba de figuras enmascaradas de aplicación grupal (Group Embedded Figures- GEFT) diseñado inicialmente por H. Witkin y sus colaboradores en 1950 es el instrumento utilizado para determinar el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión dependencia-independencia de campo. Para esta investigación se utilizó la prueba desarrollada en su versión virtual por el Grupo de Estilos Cognitivos Hederich, Camargo & Lopez, de la Universidad Pedagógica Nacional. La prueba consta de 3 etapas en las que en tiempos determinados se deben desarrollar figuras simples sobre figuras complejas en tiempos determinados; en la primera sección se deben resolver 7 ejercicios en 2 minutos, en la segunda sección 9 ejercicios en 5 minutos y en la tercera sección 9 ejercicios en 5 minutos. Al final del ejercicio y sobre un puntaje máximo de 18 puntos, la prueba categoriza el estilo cognitivo de los participantes. (Hederich, López & Camargo, 2016).

La prueba EFT en su versión virtual se aplicó sobre el total de estudiantes que participaron en la investigación, esta prueba se realizó con cada uno de los grupos como primera etapa de la investigación. Sobre un puntaje máximo de 18 puntos el valor mínimo obtenido en las pruebas fue de 2 puntos y el máximo de 18 puntos entre los 67 participantes. El promedio de la prueba fue de 11.12 y la desviación estándar de 5.47. Por medio de terciles se identificaron

los 3 grupos de acuerdo con los resultados 1) 22 estudiantes dependientes de campo (primer tercil), 2) 21 estudiantes intermedios de campo (segundo tercil), y 3) 24 estudiantes independientes de campo (tercer tercil). Los estadísticos descriptivos de la aplicación de la prueba EFT se despliegan en el capítulo referente a resultados. En la tabla 2 presenta el número de estudiantes que utilizaron las dos versiones del ambiente computacional y la distribución de acuerdo con el estilo cognitivo.

3.2.3 Test De Autorreporte Esfuerzo Cognitivo

Para medir el esfuerzo cognitivo de los estudiantes que participaron en la prueba se utilizó el instrumento que mide el esfuerzo cognitivo, este instrumento se aplicó al finalizar cada uno de los cinco módulos y por medio de la medición en escala Likert se obtuvieron los resultados con cada uno de los grupos que trabajaron en las dos versiones del software teniendo en cuenta su estilo cognitivo.

El Test de Autorreporte para la medición del esfuerzo cognitivo se realizó basado en el estudio realizado por Leppink, et, al., (2014) en el que por medio de un estudio psicométrico se hicieron 2 estudios en los que se logró identificar la carga intrínseca, extrínseca y germánica. De los dos estudios, el primero estuvo basado en la solución de tres factores para el aprendizaje de idiomas y una conferencia estadística; los resultados arrojados posterior a la aplicación de la prueba psicométrica evidenciaron una correlación negativa entre el examen y los factores que representan la carga cognitiva extrínseca, la carga cognitiva intrínseca y la carga cognitiva germánica. Seguido de esto, el otro estudio aplicó una versión con leves modificaciones del instrumento psicométrico anterior, este permitiría a los investigadores diferenciar la carga cognitiva intrínseca y extraña, el estudio se aplicó a estudiantes de primer año de universidad que aprendían aplicaciones de Teorema de Bayes. Lo encontrado en este segundo estudio fueron hallazgos que apoyaron la reconceptualización de la carga cognitiva pertinente, como una referencia a los recursos de memoria de trabajo destinada a trabajar con la carga cognitiva intrínseca.

De acuerdo con los anteriores estudios, los investigadores lograron construir una prueba con 13 ítems que agrupa los tres tipos de carga cognitiva; los ítems 1 al 4 referencian la carga intrínseca; los ítems 5 al 8 la carga extrínseca y del 9 al 13 la carga germánica. Los resultados que reflejaron la fiabilidad del instrumento arrojaron un alfa de Cronbach de 0.89 para la carga cognitiva intrínseca, 0.87 para la carga extrínseca y 0.90 para la carga germánica. Estos resultados sugieren una alta fiabilidad del instrumento que se utilizó para la investigación.

3.2.4 Logro De Aprendizaje

El logro del aprendizaje se midió por medio de la evaluación final que los estudiantes presentaron al finalizar cada unidad. La evaluación consistía en resolver 10 preguntas de selección múltiple con única respuesta relacionada con el desarrollo de conceptos y análisis de imágenes de RA. Para obtener la nota definitiva la equivalencia de cada pregunta era de 0.5 para un puntaje máximo de 5.0.

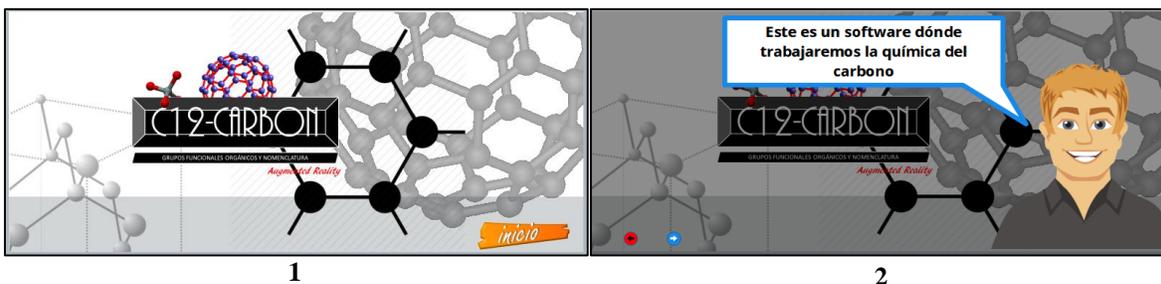
La evaluación se desarrolló por medio de un formulario que era redirigido desde el ambiente computacional hacia una página web al finalizar cada unidad, los resultados de la evaluación eran consignados de forma automática en una base de datos para su análisis y socializados a los estudiantes en la misma sesión de clase. En la figura # se presenta la interfaz del módulo de evaluación utilizada en el ambiente computacional con sus dos versiones.

3.3 DESCRIPCION DEL AMBIENT COMPUTACIONAL

Los 67 estudiantes que participaron en la investigación utilizaron el ambiente computacional llamado C-12 CARBON, el cual fue desarrollado especialmente para llevar a cabo esta investigación. El software está dividido en 5 módulos con su respectiva evaluación, los 5 módulos contienen en total 16 unidades que están distribuidas así; módulo 1) Propiedades del carbono, conformado por cinco unidades que son 1) Propiedades del Carbono, 2) Tabla Periódica, 3) Alótropos, 4) Estructura Atómica y 5) Enlaces. El módulo 2) denominado Fórmulas y Nomenclatura contiene las unidades 1) Hidrocarburos, 2) Oxigenados y

Nitrogenados y 3) Polímeros. El módulo 3) Hidrocarburos contiene las unidades 1) Generalidades y 2) Compuestos de Carbono e Hidrógeno. El módulo 4) Compuestos del Carbono contiene cuatro unidades que son 1) Hidrocarburos: C, H, 2) Halógenos: C, H, F, Cl, Br, I, 3) Oxigenados: C, H, O, y la última unidad 4) Nitrogenados: C, H, N. El último módulo 5) Isomería contiene dos unidades; 1) Isomería y 2) Isomería Estructural. Los módulos y sus respectivas unidades hacen parte de una serie de conocimientos requeridos para la asignatura de química de grado undécimo, estos conocimientos hacen parte de la asignatura de química y las temáticas relacionadas con nomenclatura orgánica y estructura de moléculas orgánicas. Al interior de cada una de las unidades que conforman el software se encuentra información gráfica representada desde imágenes convencionales e imágenes de realidad aumentada que son posibles de observar gracias a una aplicación específica para este curso, implementada desde la app para móviles QPBQ, así mismo, textos e hipervínculos de apoyo para la profundización de las temáticas. Con este software los estudiantes disponen de un ambiente hipertextual conformado por una página de inicio y botones para la navegación en el software y el desarrollo de los contenidos.

Para la creación del ambiente hipermedial se utilizó como herramienta el software Articulate Historyline versión 2.0 y para la recolección de los datos arrojados se utilizaron los formularios de Google forms que eran redirigidos desde el software C-12 CARBON. Para implementar esta investigación se tuvo a disposición dos salas de informática en la que después de instalado el software los estudiantes de forma individual trabajaban en cada equipo, teniendo en cuenta los dos valores del ambiente hipermedial y el grupo al que pertenecía.



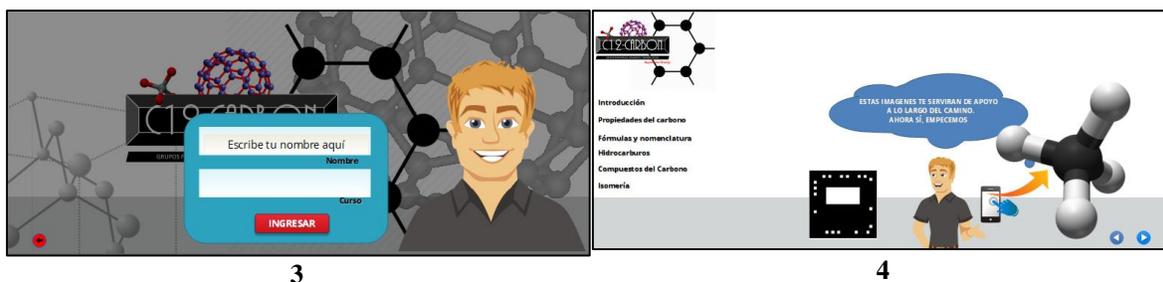


Figura 5. interfaz de ingreso a CARBON C-12. 1) Pantalla de inicio. 2) Pantalla de bienvenida e explicación del software. 3) Ingreso de los datos personales. 4) Indicaciones de los íconos e ingreso al menú inicial.

En la figura 4 se pueden apreciar la interfaz de inicio al curso de química para grado undécimo. La primera imagen es la pantalla se muestra un botón que lleva a los estudiantes al inicio del curso. En la segunda pantalla se despliegan una serie de mensajes direccionados con las flechas inferiores que explican el propósito del curso y dan algunas generalidades. La tercera pantalla permite a los estudiantes registrarse para poder empezar a desarrollar los módulos de aprendizaje. La cuarta pantalla se despliega con el menú inicial que se habilita después de una serie de mensajes consecutivos que explican en detalle el uso de los marcadores de realidad aumentada.

Teniendo claro cuál es el formato y las herramientas de realidad aumentada y antes de poder acceder a los módulos de trabajo, se despliega una ventana que explica la metodología y herramientas propias del software, así mismo, el uso de un quiz que permite evaluar en cualquier momento que tanto se está aprendiendo. Posterior a esto se propone el uso de una meta de aprendizaje y, para el logro de esta meta, una planeación que permita obtener el resultado (figura 5).



1



2



Figura 6. interfaz de navegación en el inicio del software. 1) Icono de monitoreo a partir de un quiz. 2) Pantalla para escoger la meta de aprendizaje. 3) Explicación de cada componente de la estrategia de aprendizaje. 4) Planeación para el desarrollo de cada módulo de aprendizaje; tiempo, recursos propios del software y recursos alternos.

En la figura 6 se presenta la estructura genérica de los módulos de trabajo del software. En el diseño del software para cada unidad está dividido en secciones, la primera sección que se encuentra en la parte lateral derecha de la pantalla contiene el menú inicial y módulos de aprendizaje junto con un módulo de introducción a los contenidos. En esta parte los estudiantes pueden navegar libremente y revisar las unidades en el orden que consideren, en esta misma sección se encuentra el icono de evaluación al cual los estudiantes pueden acceder en cualquier momento para monitorear que tanto están aprendiendo y también el ícono de planeación dónde los estudiantes pueden ver cuál fue su estrategia para el desarrollo de cada módulo. La segunda sección se encuentra ubicada en la parte superior de la pantalla, en esta se encuentran las unidades que conforman cada uno de los módulos y contiene iconos que permiten al estudiante acceder a los contenidos por medio de imágenes, textos, videos y realidad aumentada. Cada uno de los iconos despliega conceptos propios de la unidad que se está estudiando.

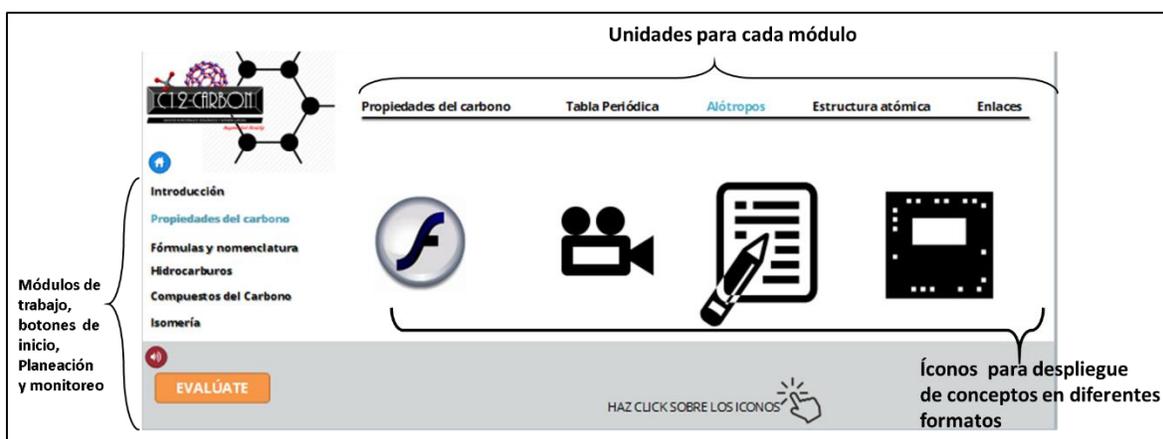


Figura 7. interfaz de la página de estudio

Teniendo en cuenta los dos valores que toma el ambiente hipermedial, para los estudiantes que trabajaron con un ambiente con activadores metacognitivos se despliegan mensajes que invitan a la reflexión del su propio aprendizaje, estos aparecen de forma aleatoria y por lo general al terminar cada una de las unidades contenidas en los módulos.

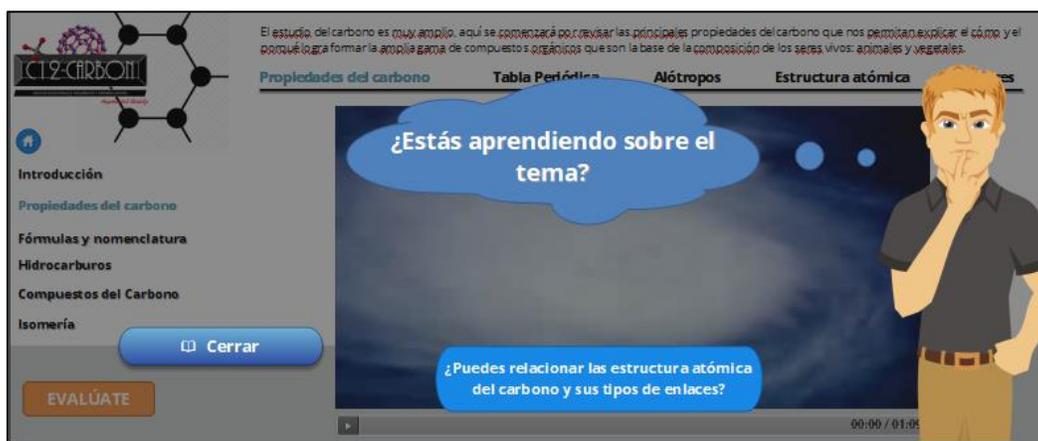


Figura 8. Activadores metacognitivos

La figura 6 presenta un ejemplo de los activadores metacognitivos que aparecen a lo largo de cada unidad, estos activadores tienen como finalidad la reflexión en torno a la manera y que tanto se está aprendiendo por lo que en todas las unidades aparece el botón autoevalúate que permite que los estudiantes monitoreen su aprendizaje.

3.3.1 Andamiaje metacognitivo

El andamiaje metacognitivo tiene como fundamento los postulados de Molennar et al., (2010) y Quintana et al (2005) que describen los andamiajes metacognitivos como aquellos que Gestionan y regulan los procesos cognitivos, de este modo el sujeto planea su proceso de aprendizaje, supervisa el avance de las metas propuestas y reflexiona sobre los resultados obtenidos (Huertas & López 2014).

Así mismo se retoman algunos elementos relacionado con las intenciones de la implementación de un andamiaje, esto a partir del concepto planteado por Wood, Bruner y

Ross (1976) quienes refieren el apoyo que se brinda a los estudiantes cuando están llevando a cabo una tarea de aprendizaje.

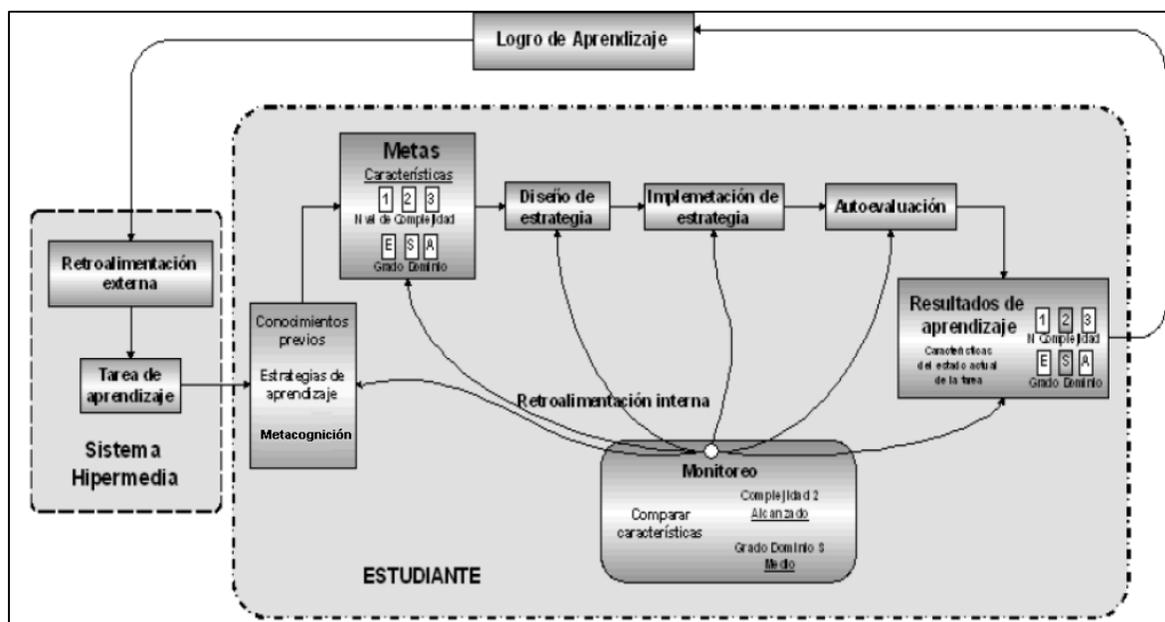


Figura 9 Modelo de procesamiento de información Winne y Hadwin (1998.). Modificado por López (2010). Tomado de Triana (2012). Adaptado al proceso de metacognición

Este andamiaje consta de cinco etapas: 1) Establecer la meta de aprendizaje, 2) Planeación 3) Ejecución y monitoreo 4) Autoevaluación 5) control. Este andamiaje tiene como objetivos fundamentales; primero, que los estudiantes construyan una estrategia que les permita llegar al logro del aprendizaje; y el segundo lograr en ellos la reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje por lo que sean capaces de tomar decisiones y hacer ajustes en cuanto al modo que están aprendiendo para llegar al objetivo planteado. Seguido de esto, se describen las etapas del andamiaje.

1) Establecer la meta de aprendizaje: En esta primera etapa, el estudiante debe identificar cuál será la meta que quiere alcanzar al terminar el estudio, la meta de aprendizaje hace referencia a la nota numérica que se quiere obtener al evaluar los contenidos de cada una de las unidades. También se busca que los estudiantes se fijen metas cada vez más exigentes a medida que interactúan con el ambiente y alcanzan experiencias de éxito (López & Triana, 2013).

El ambiente computacional en principio contextualiza al estudiante frente a lo que es una meta de aprendizaje y cuáles son los rangos entre los que puede escoger la nota que quiere alcanzar al terminar la unidad. Seguido de esto y al iniciar cada unidad de aprendizaje aparece una pantalla en la que se debe escribir cuál es la meta de aprendizaje, esta nota se verá reflejada más adelante en el desarrollo de cada módulo (Figura 8).

2) Planeación: En esta etapa, se debe escoger la estrategia que se va a utilizar para trabajar a lo largo de las unidades que conforman cada módulo, es la organización de los recursos de acuerdo con un orden y la posibilidad de usarlos o no; 1) Cantidad de tiempo de navegación, 2) Orden y herramientas propias del ambiente hipermedial que se van a utilizar (R.A., textos, imágenes, animaciones, etc.) y 3) El uso o no de recursos alternos al ambiente hipermedial (Estos, son hipervínculos que llevan a páginas web externas que contienen información para profundizar en los contenidos).

En la pantalla de planeación los estudiantes pueden escribir las características de su estrategia y esta se guarda automáticamente para que pueda ser recordada a lo largo del trabajo en cada uno de los módulos.

3) Ejecución y monitoreo: En esta etapa, se lleva a cabo el trabajo como tal en la asignatura de química por medio de la apropiación de conceptos en el ambiente hipermedial en el que se tienen en cuenta las diferencias entre estilos de los estudiantes y el uso o no de un andamiaje metacognitivo. Teniendo en cuenta la literatura especializada en relación con el estilo cognitivo en la dimensión DIC (Liu y Reed, 1994), los estudiantes dependientes de campo se ven afectados en el logro del aprendizaje debido a la dificultad que se presenta en la diferenciación de estímulos aplicados a contextos ya que tienden a analizar la información de forma global y se les dificulta discriminarlos en diferentes contextos, Witkin, et, al., (1971).

Seguido de esto, el presente estudio tuvo en cuenta 3 componentes de la metacognición para favorecer el logro del aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de química, estos son; la planeación concebida como una de las etapas del ambiente hipermedial, el monitoreo y la

depuración. De este modo, el andamiaje metacognitivo y particularmente en esta etapa, busca lograr en los estudiantes la reflexión en cuanto al modo en que están aprendiendo.

Este elemento incluido dentro del ambiente computacional son los activadores metacognitivos que tienen como objetivo que los estudiantes gestionen y regulen los procesos de conocimiento, y tomen decisiones en cuanto al modo en que están aprendiendo. Estos activadores se muestran como mensajes emergentes que aparecen de forma aleatoria en las unidades de cada módulo, por lo general, al ir finalizando cada unidad (p.ej., “¿Sientes que estás aprendiendo sobre el tema?” “Son claras las temáticas trabajadas?”).

4) Autoevaluación: Esta etapa del andamiaje permite a los estudiantes identificar vacíos conceptuales o falencias que se estén presentando en el proceso de aprendizaje, esta etapa permite a los estudiantes dar paso a la última etapa de control.

La autoevaluación propone desde el software una serie de preguntas relacionadas con los temas que se están trabajando en el software y que son a la vez preparatorios para la evaluación final. En el ambiente hipermedial la autoevaluación se presenta como un accionador denominado “Autoevalúate” que redirige a los estudiantes a una prueba corta. Al finalizar esta prueba, los estudiantes pueden ver el resultado junto con un mensaje que contrasta con la meta de aprendizaje (p. ej., “El resultado que obtuviste fue de 3,8, tu meta de aprendizaje fue de 4,5, ¿Crees que la estrategia utilizada fue la más acertada?”). Este botón se encuentra en todas las unidades de aprendizaje por lo que el estudiante puede decidir en qué momento puede realizar la autoevaluación.

5) Control: Otro elemento que se presenta en la interacción con el ambiente hipermedial es la posibilidad de ajustar la estrategia al momento de realizar la autoevaluación, de acuerdo con los resultados de la etapa de autoevaluación los estudiantes tienen la posibilidad de hacer un ajuste a la estrategia que en principio había sido escogida para el trabajo en el ambiente hipermedial. Esta etapa se puede evidenciar en la lectura de los resultados de la autoevaluación y se presenta como una pantalla que entre otras opciones les permite a los estudiantes recordar cuál fue la meta de aprendizaje y la estrategia escogida en la planeación, seguido de esto aparece un botón que permite hacer los ajustes de la estrategia de aprendizaje.

En este ambiente hipermedial los estudiantes tienen la posibilidad de ir haciendo una revisión y ajuste de acuerdo con la percepción que tengan sobre los resultados de sus autoevaluaciones, por otra parte, el andamiaje presente en el software busca estimular en todo momento la metacognición para que a medida que se avanza en el curso los estudiantes reflexionen sobre cómo y que tanto están aprendiendo. Este proceso es continuo y se evidencia en todos los módulos del ambiente hipermedial.

De este modo, lo que se espera con la implementación del software es que el andamiaje implícito brinde a los estudiantes una herramienta que a lo largo de su proceso de aprendizaje mejore su capacidad de reflexión en cuanto a los resultados obtenidos, al logro de sus metas y al ajuste de la estrategia que le permita alcanzarlas. En armonía con otras investigaciones, el uso de andamiajes metacognitivos permiten gestionar y regular procesos cognitivos. Este tipo de andamiajes permiten a quienes los usan plantear metas de aprendizaje acorde a sus intereses y el tiempo que considera necesario. Le permite la supervisión del avance hacia la meta de aprendizaje y la reflexión frente a los resultados obtenidos, a modo de hacer el ajuste de las estrategias que no han sido efectivas en la obtención de los logros de aprendizaje deseados. (Molenaar et al., 2010; Quintana et al., 2005). (Quintana, Zhang, & Krajcik, 2005; Molenaar, Carla, & Sleegers 2010).

3.4 PROCEDIMIENTO

Para la puesta en marcha del proyecto, se hizo la solicitud a los directivos del Colegio Bilingüe San Juan de Dios, personas a las cuales se les entrego la propuesta de investigación. De este modo, se obtuvo la aceptación de la puesta en marcha de la investigación con los estudiantes de grado undécimo del plantel. Para la participación de los estudiantes los padres de familia por medio de un consentimiento informado aceptaron la participación de sus hijos en el proyecto aclarándose, que era un proyecto con fines investigativos y que los datos

obtenidos se iban a manejar de forma confidencial, así mismo, se acepto que los resultados obtenidos por los estudiantes tuvieran valoración en planilla.

Seguido de esto, se tuvo una reunión general con los estudiantes de grado undécimo donde se les informo cual era el objetivo de la investigación y la dinámica de la misma; horarios, tipo de actividades que se iban a realizar y generalidades del uso del software. Así, se inició la investigación con la versión virtual del EFT desarrollada por el equipo de investigación de Estilos Cognitivos de la Universidad Pedagógica Nacional, este test virtual se realizó en simultánea en las 2 salas de informática de la institución bajo la supervisión de los docentes de tecnología que a modo de apoyo aclararon posibles dudas relacionadas con la presentación de la prueba.

Posteriormente, se hizo una reunión con los 2 grupos de grado undécimo y se les explico en que sala debían ubicarse cada uno de los grados; como investigación cuasi experimental, los grupos previamente formados se ubicaron en dos espacios diferentes; el curso 1101 en la sala 1 utilizando un software con andamiaje metacognitivo y el curso 1102 en la sala de informática 2 utilizando el software sin andamiaje metacognitivo. Como primera actividad, los dos cursos desarrollaron el inventario de habilidades metacognitivas MAI en los ítems específicos de Planeación, Monitoreo y Depuración, seguido de esto tuvieron el primer acercamiento al software que estaba previamente instalado en cada uno de los computadores de las salas de informática e hicieron el reconocimiento de como ingresar y la navegación en el mismo. Una de las claridades que se hicieron a los estudiantes era la de diligenciar el test de autorreporte de carga cognitiva al finalizar cada módulo.

En términos de tiempo y dinámicas propias del desarrollo del ambiente computacional, los estudiantes trabajaron durante seis semanas en sesiones de aproximadamente 2 horas por semana, los jueves a la primera y segunda hora con el curso 1102 y a la quinta y sexta hora con el curso 1101. Terminada cada una de las sesiones, los estudiantes tenían la posibilidad de hacer un repaso general para la presentación de la prueba que evaluaba cada uno de los módulos de estudio. Al culminar cada una de las unidades, los estudiantes diligenciaron el

test de autorreporte de carga cognitiva y al finalizar el desarrollo de las 5 sesiones de la etapa experimental, desarrollaron el post test del inventario de habilidades metacognitivas MAI en los ítems de planificación, monitoreo y depuración.

Las evaluaciones hechas a los estudiantes, los test de carga cognitiva y los pre y postest de metacognición se desarrollaron a través de formularios de Google drive.

4. RESULTADOS

La pregunta de investigación de este estudio indaga sobre el efecto de un ambiente hipermedial de Realidad Aumentada con un andamiaje de tipo metacognitivo sobre el logro de aprendizaje y la carga cognitiva en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se presentan los resultados divididos en tres secciones. La primera sección se presentan las condiciones iniciales de los estudiantes que participaron en la investigación de acuerdo con su 1) estilo cognitivo, de esto, se describen los resultados del test virtual de figuras enmascaradas EFT que categoriza a los estudiantes en dependientes, intermedios e independientes de campo. 2) las condiciones iniciales relacionadas con el logro previo de los estudiantes que se obtuvo de los resultados finales del segundo trimestre escolar del año 2019 y 3) el pretest sobre planeación, monitoreo y depuración, ítems medidos del inventario de habilidades metacognitivas MAI.

La segunda sección relacionada con los efectos del ambiente computacional ilustra los resultados de los análisis descriptivos aplicados a cada una de las variables dependientes de la investigación. Así mismo se muestran los resultados del análisis estadístico multivariado - MANCOVA- que permitió examinar de manera simultánea las interacciones entre las diferentes variables objeto de estudio.

Finalmente, se realiza un análisis descriptivo relacionado con el resultado de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo y en la tercera sección se presenta un análisis del proceso de aprendizaje desarrollado con el andamiaje de tipo metacognitivo.

A partir de estos análisis, se podrá dar respuesta a la pregunta de investigación e identificar las relaciones que existen cuando se utiliza un ambiente computacional con andamiaje metacognitivo para el aprendizaje de contenidos de la asignatura de química.

4.1 CONDICIONES INICIALES

Para hacer el análisis de los datos obtenidos durante la investigación, se presentan los resultados de las condiciones iniciales de las variables estilo cognitivo, logro previo, planificación, monitoreo y control.

4.1.1 Estilo Cognitivo

Todos los estudiantes respondieron de forma individual la prueba utilizando el test virtual desarrollado por el grupo de investigación de estilos cognitivos de la Universidad Pedagógica Nacional. En principio esta prueba se utilizaba para determinar el estilo cognitivo en la dimensión DIC, en el formato propuesto por Sawa (1966). Se pueden apreciar los resultados del estilo cognitivo de los estudiantes que interactuaron con las dos versiones del software; con andamiaje y sin andamiaje.

Tabla 4. Numero de participantes y categoría EFT en cada una de las versiones del software.

		Grupos de acuerdo con el puntaje EFT			Total
		Dependiente de campo	Intermedio de campo	Independiente de campo	
Andamiaje	Con Andamiaje	15	10	6	31
	Sin andamiaje	7	11	18	36
Total		22	21	24	67

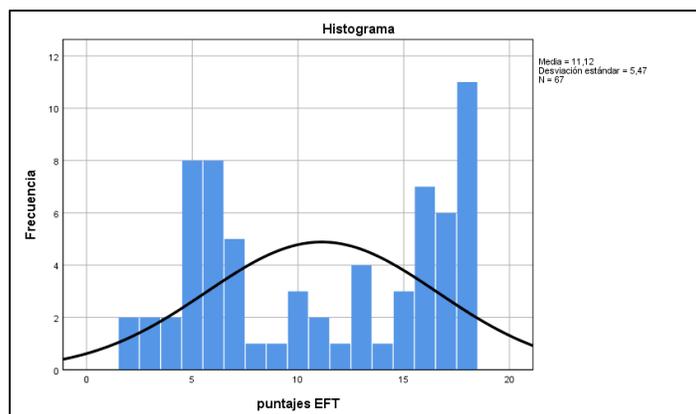


Figura 10 Histograma y curva de distribución de los puntajes de la prueba EFT.

El promedio obtenido por los estudiantes que participaron del estudio fue de 11,12 con una desviación estándar de 5,47. El puntaje mínimo obtenido fue 2 y el máximo 18. De acuerdo con estos resultados los participantes fueron categorizados como dependientes, intermedios e independientes de campo de acuerdo con su ubicación en los terciles de la escala definida de puntajes (figura 10); por lo que se identificaron tres rangos: 1. Estudiantes dependientes de campo, 2. Estudiantes intermedios de campo y 3. Estudiantes independientes de campo

4.1.2 Logro previo

En relación con el logro previo, de los dos cursos de estudiantes se tomaron las notas obtenidas durante el segundo trimestre del año 2019 en la clase de química. La media obtenida sobre las notas es de 3,54; con una desviación estándar de 4,60; la nota mínima fue de 2,3 y la máxima de 4,6. El logro previo cumple con una distribución normal tal y como se puede observar en el histograma de la figura 11.

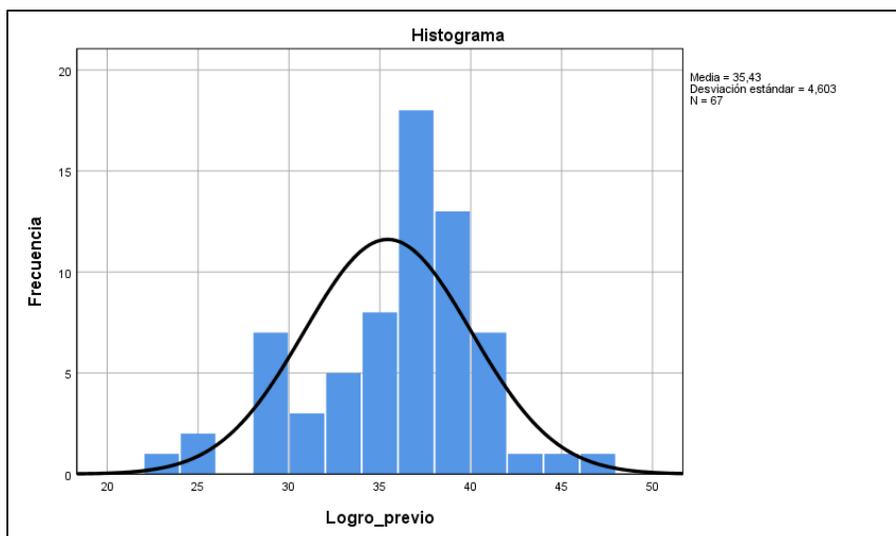


Figura11 Histograma de las notas previas de los estudiantes durante el segundo trimestre.

En relación con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la media y la desviación estándar, se puede deducir que los estudiantes se encuentran en su gran mayoría en un nivel básico en la asignatura de química.

4.1.3 Monitoreo, planificación y depuración inicial

La metacognición fue calculada a partir de los ítems específicos del Formulario de Habilidades Metacognitivas MAI (Huertas Bustos, Vesga, & Galindo León 2014). Se utilizaron los ítems específicos de la Regulación de la cognición; Planificación, Monitoreo y Depuración. Con relación a estos ítems, la planificación tuvo una media de 3,37 con una desviación estándar de 0,61; el monitoreo presenta una media de 3,37, con una desviación estándar de 0,58, con un puntaje mínimo de 2 y un puntaje máximo de 5 y en el ítem de depuración se obtuvo una media de 3,70 con una desviación estándar de 0,59 con un puntaje mínimo de 2 y un puntaje máximo de 5. Para la medición de los puntajes en estos tres ítems se utilizó una escala Likert que va desde 1 hasta 5 dónde uno es completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo. A continuación, se presentan los histogramas en los que se pueden evidenciar los resultados iniciales obtenidos.

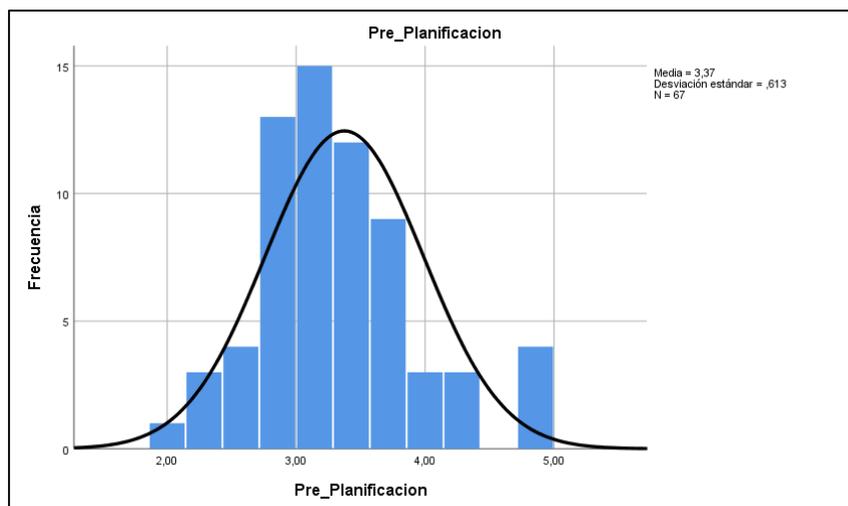


Figura 12 Histograma de la planificación inicial.

De acuerdo con los datos, se puede inferir que la mayoría de los estudiantes no tienen un hábito marcado sobre la planeación de tiempos de estudio, fijación de metas de aprendizaje y tiempos de estudio previo al inicio del proceso de aprendizaje.

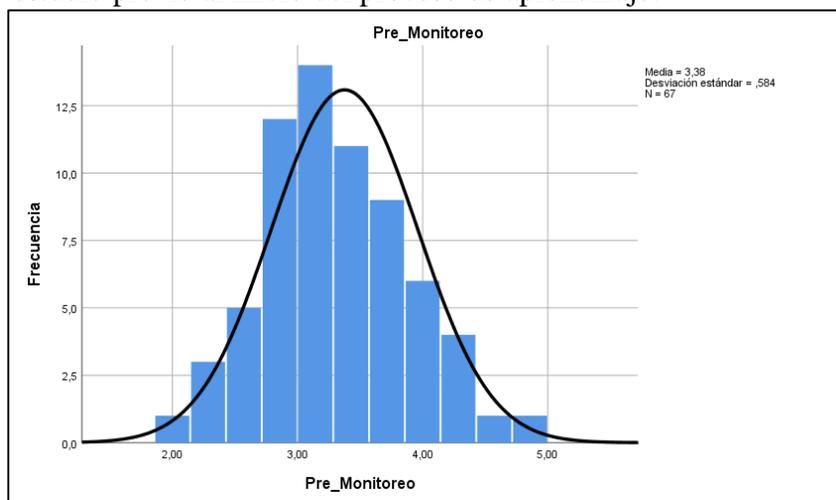


Figura 13 Histograma del monitoreo inicial.

Así mismo, no se evidencian fuertes niveles de monitoreo referido a la revisión y supervisión que hacen los estudiantes de su propio proceso de aprendizaje en el desarrollo conceptual y de actividades.

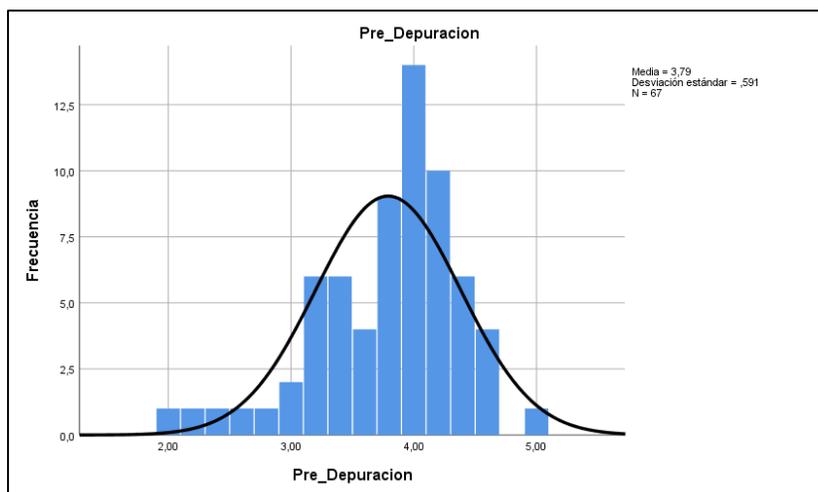


Figura 14 Histograma de la depuración inicial.

Respecto a la depuración, interpretada como la identificación de falencias en el proceso del aprendizaje y los ajustes que se pueden derivar de estos, el grupo de estudiante en los resultados iniciales, presentan unos niveles considerables por lo que una gran cantidad del grupo arroja resultados por encima del promedio.

4.2 ANALISIS DEL EFECTO DEL PROGRAMA

Con el fin de analizar varios aspectos del efecto de la implementación del ambiente hipermedial, se tuvieron en cuenta factores como el logro del aprendizaje en la asignatura de química y la metacognición referida al monitoreo, la planificación y la depuración, por ello, se llevo a cabo un análisis multivariante de covarianza (MANCOVA). Para dicho análisis se tuvieron en cuenta las variables dependientes de la investigación 1) el logro del aprendizaje (Resultado final de las evaluaciones) 2) la carga cognitiva (con sus tres valores: carga intrínseca, carga extrínseca y carga germánica) y 3) la metacognición final medida desde los ítems de planificación, monitoreo y depuración del inventario de habilidades metacognitivas MAI. En este análisis se tuvieron en cuenta como variables independientes: 1) La aplicación de un ambiente computacional con andamiaje y sin andamiaje metacognitivo 2) El estilo cognitivo teniendo en cuenta sus tres valores (estudiantes independientes, dependientes e intermedios de campo); y como covariables el Pretest de la metacognición (y sus ítems; planificación, monitoreo y depuración) y el logro previo obtenido del segundo trimestre académico en la asignatura de química. A continuación, se presentan las variables dependientes del estudio.

4.3 VARIABLES DEPENDIENTES

4.3.1 Logro del aprendizaje

El logro del aprendizaje para la investigación fue medido de forma individual a los participantes de los dos cursos, a continuación, se muestra el promedio del logro del aprendizaje en general teniendo en cuenta los grupos que utilizaron o no el andamiaje de metacognición.

4.3.2 Carga Cognitiva

La carga cognitiva está dada por tres valores: Carga intrínseca, extrínseca y germánica. Los resultados que se obtuvieron fueron arrojados por el diligenciamiento del test de autorreporte de carga cognitiva al finalizar cada una de las 5 unidades.

Tabla 5. Carga Cognitiva general de los dos grupos

	C_Intrinseca_Total	C_Extrinseca_Total	C_Germanica_Total
Media	4,3276	3,8560	6,6669
Desv. Desviación	,34137	,31085	,50406

De acuerdo con los resultados de la tabla 6, se puede evidenciar que el promedio total más alto de la carga cognitiva corresponde a la carga germánica (M=6,66) y el más bajo fue el de la carga extrínseca total (M= 3,85).

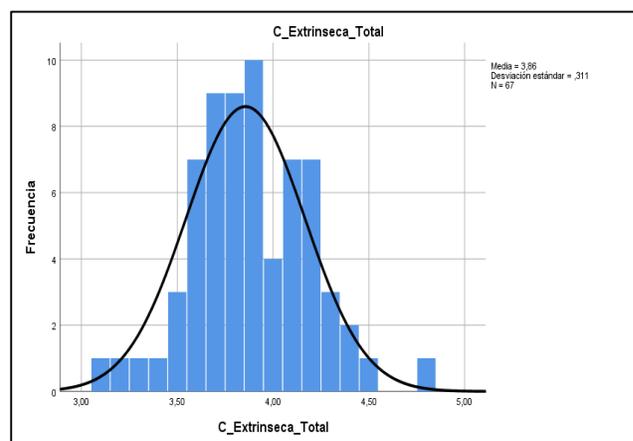
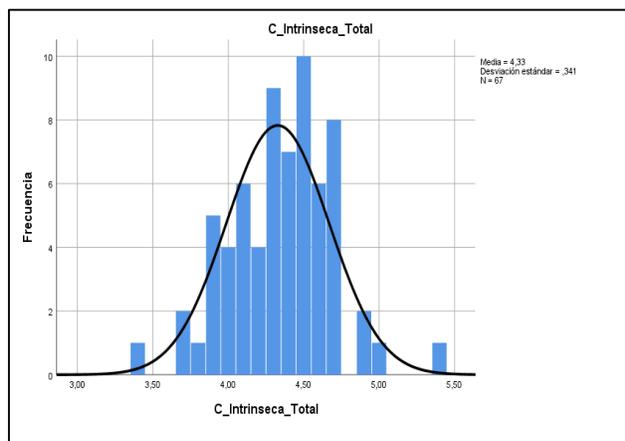
Tabla 6. Carga Cognitiva general de los dos grupos en cada uno de los módulos

	Media	Desviación estándar
C_Intrinseca_U1	5,1119	,88258
C_Extrinseca_U1	4,0261	,65732
C_Germanica_U1	6,2776	,93157
C_Intrinseca_U2	4,8022	,83546
C_Extrinseca_U2	4,0299	,82288
C_Germanica_U2	6,5940	,96356
C_Intrinseca_U3	3,8022	,75194
C_Extrinseca_U3	3,7239	,77745

<u>C_Germanica_U3</u>	6,4448	,89091
C_Intrinseca_U4	3,9627	,65025
C_Extrinseca_U4	3,7276	,64803
<u>C_Germanica_U4</u>	7,1284	,65570
C_Intrinseca_U5	3,9590	,64637
C_Extrinseca_U5	3,7724	,64510
<u>C_Germanica_U5</u>	6,8896	1,34628

Teniendo en cuenta los resultados arrojados para cada módulo que se reflejan en la tabla 7, se puede comprobar que la carga germánica tuvo los valores mas altos a lo largo de todo el curso y la media mas alta se encuentra en el modulo 5 ($M=1,34$). En cuanto a la carga extrínseca se puede corroborar también que tuvo los puntajes mas bajos en el desarrollo de todos los módulos, en particular en el modulo de aprendizaje 3 ($M=3,72$). Estos resultados confirman los datos obtenidos en la carga cogntivia general de los dos grupos donde la carga extrínseca fue la más baja y la carga germánica obtuvo los valores más altos (tabla 6).

A continuación, se hace la comparación gráfica a partir de los diagramas para cada una de las cargas cognitivas.



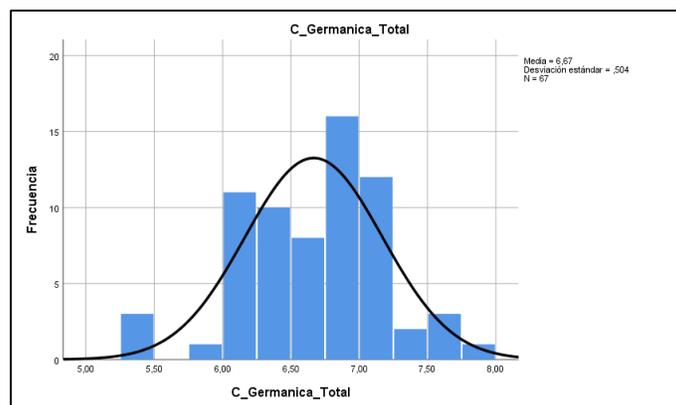


Figura 15 Comparación general de los promedios de las cargas cognitivas Intrínseca- Extrínseca y germánica

Teniendo en cuenta los anteriores resultados se evidencia que el mayor volumen de carga se encuentra en la carga germánica, de lo que se puede deducir que de una gran parte de la memoria de trabajo está siendo utilizada para la construcción del aprendizaje; al ver estos resultados y de acuerdo con la teoría, al ser sumatorias las 3 cargas, cuando una o varias disminuyen propician más recursos para que la otra se favorezca, en este caso, al verse disminuidas la carga intrínseca y la carga extrínseca, dio más insumos a la carga germánica que mejora los procesos de aprendizaje.

De acuerdo con los resultados arrojados por la medición de las cargas se evidencia que conforme se avanza en los módulos hay una disminución en el valor de la carga intrínseca por lo que se puede inferir que las herramientas presentadas en el software facilitaron el manejo del conocimiento implícito en las diferentes unidades de trabajo en el software. Por otra parte hubo una leve disminución de la carga extrínseca a lo largo del desarrollo de los módulos, sin embargo, al ser los resultados similares en el desarrollo total de la investigación ($M= 4,02; 4,02; 3,72; 3,72$ y $3,77$) se puede ver que la implementación del software no afectó de forma considerable los recursos de trabajo para la carga germánica o la carga intrínseca.

4.3.3 Metacognición; planificación, monitoreo y depuración

al terminar la interacción con el ambiente computacional con andamiaje y sin andamiaje, se realizó el post test de metacognición utilizando los ítems específicos de planificación,

monitoreo y depuración a partir del Inventario de Habilidades Metacognitivas MAI (Huertas Bustos, Vesga, & Galindo León 2014). Estos ítems se utilizaron para determinar las habilidades metacognitivas de los estudiantes posterior a la interacción con el ambiente hipermedial y comparar el efecto de la interacción ambiente computacional sobre esta variable dependiente. Vale la pena recordar que los ítems se midieron en escala Likert de 1 a 5 (Donde 1 es completamente de desacuerdo y 5 completamente de acuerdo).

4.4 ANALISIS MULTIVARIADO MANCOVA

Los supuestos relacionados en esta investigación para el análisis MANCOVA son: 1) la normalidad de las variables dependientes, 2) La homogeneidad de las matrices de varianzas/covarianzas entre los grupos, y 3) la correlación de las medidas dependientes (Hair et. al., 2007).

Para la verificación de los supuestos, es decir, la normalidad de las variables dependientes se utilizó el test de Shapiro-Wilk aplicado las cargas cognitivas totales (intrínseca, extrínseca y germánica), al logro final del aprendizaje (equivalente al promedio de los exámenes presentados en los 5 módulos) y el post aplicado a los ítems de carga cognitiva; 1) Planificación, 2) Monitoreo y 3) Depuración. De los resultados que se muestran en la tabla 9 se puede observar que la mayoría de las variables dependientes (14 variables en total) continúan con una distribución normal, sin embargo, es de aclarar que algunas, como, por ejemplo, el logro final en los grupos con andamiaje y sin andamiaje que no supera el valor estadístico utilizado para este tipo de pruebas al igual que la post planificación con andamiaje, la post depuración con andamiaje y la carga total intrínseca con andamiaje. Sin embargo, la mayoría de variables siguen una distribución normal por lo que se puede seguir con el procedimiento ya que en comparación, son muy pocas variables las que siguen esta normalidad.

Tabla 7. Prueba de Shapiro - Wilk. Para verificar la normalidad de las variables dependientes.

Software	Estadístico	Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	
Logro Final	Con Andamiaje	,927	31	,036
	Sin andamiaje	,910	36	,006
Post monitoreo	Con Andamiaje	,962	31	,332

	Sin andamiaje	,952	36	,118
Post Planificación	Con Andamiaje	,907	31	,011
	Sin andamiaje	,985	36	,907
Post Depuración	Con Andamiaje	,906	31	,010
	Sin andamiaje	,941	36	,057
Carga Intrínseca Total	Con Andamiaje	,917	31	,020
	Sin andamiaje	,975	36	,593
Carga Extrínseca Total	Con Andamiaje	,983	31	,882
	Sin andamiaje	,981	36	,784
Carga Germánica Total	Con Andamiaje	,943	31	,102
	Sin andamiaje	,954	36	,140

Relacionado con el siguiente supuesto del análisis MANCOVA, que tiene que ver con la homogeneidad de las matrices de varianzas/covarianzas entre los grupos, se hizo la verificación con el test de M de Box (Tabla 10).

Tabla 8. Prueba de Box sobre la igualdad de las matrices de covarianzas.

Prueba de la igualdad de matrices de covarianzas	
M de Box	137,902
F	1,174
gl1	84
gl2	3878,032
Sig.	,135

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

a. Diseño: Intersección + Logro previo + Pre-Monitoreo + Pre-Planificación + Pre-Depuración + Software + EFT + Software * EFT

El procedimiento demostró una M de Box de 137,902 ($F= 1,174$; $p = 0,135$). Teniendo en cuenta que la probabilidad es mayor al 5% (0,05), se puede inferir que las matrices de varianza/covarianza de los componentes de las variables dependientes son iguales, por lo que se cumple el supuesto. Dicho resultado sugiere continuar con el análisis de los resultados de la prueba MANCOVA a partir del indicador de la “Lamda de wilks”.

4.4.1 Contrastes multivariados

Para verificar las diferencias multivariantes entre las variables dependientes de los dos grupos se usó la Lambda de Wilks y el valor de F asociado. Del mismo modo se tuvieron en cuenta las diferencias de los tamaños de los grupos (diseño factorial 2x3) (Hair et al., 2007). Así mismo para tener la probabilidad de identificar la existencia real de los efectos sobre las variables dependientes (Aron y Aron, 2001; Racines, 2014), se revisó la potencia estadística de los contrastes multivariados que permiten identificar estos efectos. Los resultados de los contrastes se presentan en la tabla 11.

Tabla 9. Contrastes Multivariados.

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Potencia observada
Intersección	Lambda de Wilks	,215	26,554 ^b	7,000	51,000	,000	,785	1,000
Logro previo	Lambda de Wilks	,930	,552 ^b	7,000	51,000	,791	,070	,215
Pre monitoreo	Lambda de Wilks	,843	1,356 ^b	7,000	51,000	,244	,157	,520
Pre planificación	Lambda de Wilks	,830	1,489 ^b	7,000	51,000	,192	,170	,567
Pre depuración	Lambda de Wilks	,824	1,558 ^b	7,000	51,000	,169	,176	,590
Software	Lambda de Wilks	,336	14,424 ^b	7,000	51,000	,000	,664	1,000
EFT	Lambda de Wilks	,457	3,489 ^b	14,000	102,000	,000	,324	,998
Software * EFT	Lambda de Wilks	,821	,757 ^b	14,000	102,000	,712	,094	,448

a. Diseño : Intersección + Logro_previo + Pre_Monitoreo + Pre_Planificacion + Pre_Depuracion + Software + EFT + Software * EFT
b. Estadístico exacto
c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.
d. Se ha calculado utilizando alpha = ,05

Teniendo en cuenta los resultados de la significancia en los resultados de la tabla 11 sobre contrastes multivariados, se tienen para la covariable de Software un valor de Wilks de 0,336 y un p= de 0,00 y la potencia observada de 1,0, así mismo en la covariable de estilo cognitivo se tiene valor de Wilks de 0,457 y un p= de 0,00 y la potencia observada de 0,998.

Teniendo en cuenta que la significancia es menor a cero en estas dos covariables se puede inferir que hay diferencias significativas entre las variables dependientes. Seguido de esto, la covariable logro previo, arroja un valor de Wilks de 0,930 con una $F= 0,552$ y un $p = 0,791$ y la potencia observada es de 0,215. De acuerdo con los resultados y la baja potencia, es posible que esta covariable no tenga un efecto significativo sobre las variables dependientes. De los resultados obtenidos por el valor de Lambda de Wilks y la potencia observada, se puede inferir que el software y el estilo cognitivo presentan una influencia significativa sobre las variables dependientes. A continuación se detallan estos efectos.

4.5 ANALISIS MANCOVA

Tabla 10 Prueba de los Efectos- Intersujetos

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Potencia observada ^h
Modelo corregido	Logro_Final	842,465 ^a	9	93,607	5,702	,000	,474	1,000
	C_Intrinseca_Total	1,804 ^b	9	,200	1,940	,064	,234	,784
	C_Extrinseca_Total	1,217 ^c	9	,135	1,493	,173	,191	,646
	C_Germanica_Total	3,490 ^d	9	,388	1,665	,119	,208	,704
	Pos_monitoreo	9,487 ^e	9	1,054	6,439	,000	,504	1,000
	Pos_Planificacion	9,305 ^f	9	1,034	7,413	,000	,539	1,000
	Pos_Depuracion	17,034 ^g	9	1,893	11,637	,000	,648	1,000
Intersección	Logro_Final	742,842	1	742,842	45,251	,000	,443	1,000
	C_Intrinseca_Total	6,574	1	6,574	63,646	,000	,528	1,000
	C_Extrinseca_Total	5,300	1	5,300	58,534	,000	,507	1,000
	C_Germanica_Total	14,619	1	14,619	62,753	,000	,524	1,000
	Pos_monitoreo	1,644	1	1,644	10,042	,002	,150	,876
	Pos_Planificacion	1,818	1	1,818	13,036	,001	,186	,944
	Pos_Depuracion	3,205	1	3,205	19,706	,000	,257	,992
Logro_previo	Logro_Final	10,283	1	10,283	,626	,432	,011	,122
	C_Intrinseca_Total	,056	1	,056	,546	,463	,009	,112
	C_Extrinseca_Total	4,552E-5	1	4,552E-5	,001	,982	,000	,050
	C_Germanica_Total	,179	1	,179	,770	,384	,013	,139
	Pos_monitoreo	,072	1	,072	,439	,510	,008	,100
	Pos_Planificacion	,001	1	,001	,009	,924	,000	,051
	Pos_Depuracion	,128	1	,128	,790	,378	,014	,141

Pre_Monitoreo	Logro_Final	11,764	1	11,764	,717	,401	,012	,132
	C_Intrinseca_Total	,019	1	,019	,186	,668	,003	,071
	C_Extrinseca_Total	,237	1	,237	2,617	,111	,044	,356
	C_Germanica_Total	,054	1	,054	,233	,631	,004	,076
	Pos_monitoreo	,023	1	,023	,143	,707	,002	,066
	Pos_Planificacion	,755	1	,755	5,414	,024	,087	,628
	Pos_Depuracion	,305	1	,305	1,878	,176	,032	,271
Pre_Planificacion	Logro_Final	,994	1	,994	,061	,806	,001	,057
	C_Intrinseca_Total	,010	1	,010	,097	,757	,002	,061
	C_Extrinseca_Total	,032	1	,032	,348	,557	,006	,089
	C_Germanica_Total	,069	1	,069	,295	,589	,005	,083
	Pos_monitoreo	,309	1	,309	1,888	,175	,032	,272
	Pos_Planificacion	,663	1	,663	4,754	,033	,077	,573
	Pos_Depuracion	1,223	1	1,223	7,520	,008	,117	,769
Pre_Depuracion	Logro_Final	7,565	1	7,565	,461	,500	,008	,102
	C_Intrinseca_Total	,078	1	,078	,758	,388	,013	,137
	C_Extrinseca_Total	,330	1	,330	3,650	,061	,060	,468
	C_Germanica_Total	,052	1	,052	,224	,638	,004	,075
	Pos_monitoreo	,880	1	,880	5,372	,024	,086	,625
	Pos_Planificacion	,036	1	,036	,255	,616	,004	,079
	Pos_Depuracion	,001	1	,001	,003	,955	,000	,050
Software	Logro_Final	452,578	1	452,578	27,569	,000	,326	,999
	C_Intrinseca_Total	,762	1	,762	7,379	,009	,115	,761
	C_Extrinseca_Total	,159	1	,159	1,758	,190	,030	,256
	C_Germanica_Total	2,653	1	2,653	11,387	,001	,167	,913
	Pos_monitoreo	2,856	1	2,856	17,443	,000	,234	,984
	Pos_Planificacion	2,987	1	2,987	21,417	,000	,273	,995
	Pos_Depuracion	10,027	1	10,027	61,651	,000	,520	1,000
EFT	Logro_Final	557,457	2	278,729	16,979	,000	,373	1,000
	C_Intrinseca_Total	,137	2	,068	,661	,520	,023	,156
	C_Extrinseca_Total	,449	2	,224	2,478	,093	,080	,478
	C_Germanica_Total	,022	2	,011	,047	,954	,002	,057
	Pos_monitoreo	,355	2	,177	1,084	,345	,037	,231
	Pos_Planificacion	,162	2	,081	,581	,563	,020	,142
	Pos_Depuracion	,472	2	,236	1,450	,243	,048	,298
Software * EFT	Logro_Final	54,625	2	27,312	1,664	,198	,055	,337

C_Intrinseca_Total	,182	2	,091	,883	,419	,030	,195
C_Extrinseca_Total	,111	2	,055	,613	,545	,021	,147
C_Germanica_Total	,298	2	,149	,639	,532	,022	,152
Pos_monitoreo	,082	2	,041	,251	,779	,009	,088
Pos_Planificacion	,018	2	,009	,066	,937	,002	,059
Pos_Depuracion	,156	2	,078	,478	,622	,017	,125

De acuerdo con los resultados arrojados por el análisis MANCOVA, se hace el análisis sobre el efecto del software en las variables dependientes basado en el valor del sigma, por lo que, en las variables dependientes; logro final, ($F= 27,569$; $p\leq 0,000$), Carga intrínseca total ($F= 3,379$; $p\leq 0,009$), carga germánica total ($F= 11,387$; $p\leq 0,001$), post monitoreo ($F= 17,443$; $p\leq 0,000$), post planificación ($F= 21,417$; $p\leq 0,000$) y post depuración ($F= 61,651$; $p\leq 0,000$) se puede evidenciar que hubo diferencias significativas entre estas variables y el uso del software propiamente dicho. En contraste, la variable dependiente carga extrínseca ($F= 1,758$; $p\leq 0,190$) en relación con el software no presentó diferencias significativas. De esto, la carga extrínseca es el formato con el que se presenta la información, para efectos de esta investigación se refiere al software que se usó en la investigación, por lo que al parecer no existen diferencias significativas entre tener o no andamiaje en el ambiente computacional; incluir esto dentro del escenario no afecta la presentación del software.

En relación con la covariable estilo cognitivo EFT ($F= 16,979$; $p\leq 0,000$), se evidencian diferencias en el logro final, estos resultados al contrario de la mayoría de las investigaciones donde no existen diferencias significativas en el logro del aprendizaje; reflejan la diferencia en los resultados de los estudiantes de acuerdo con su estilo cognitivo. Los resultados arrojados van en la línea tradicional, donde los estudiantes independientes de campo obtienen mejores notas que los intermedios y estos a la vez obtiene mejores notas que los dependientes. Por otra parte, la demás variables dependientes no se vieron afectadas por el estilo cognitivo de los estudiantes de acuerdo a la significancia del análisis estadístico; Carga intrínseca total ($F= 0,661$; $p\leq 0,520$), Carga extrínseca total ($F= 2,478$; $p\leq 0,093$), carga germánica total ($F= 0,047$; $p\leq 0,954$), post monitoreo ($F= 1,084$; $p\leq 0,345$), post planificación ($F= 0,581$; $p\leq$

0,563) y post depuración ($F= 1,450$; $p\leq 0,243$). Estos resultados se pueden corroborar en la tabla 13 en el análisis de Bonferroni sobre comparaciones por parejas.

Con relación en la interacción del software y el estilo cognitivo (EFT), se evidencia en las significancias que no hay ningún efecto entre las dos variables, esto quiere decir que las dos variables actúan de forma independiente, en ningún momento se articulan para potenciar o ejercer un efecto positivo sobre las variables dependientes.

De acuerdo con el logro final en relación los estilos cognitivos con el uso del ambiente hipermedial con y sin andamiaje se tuvieron los siguientes gráficos

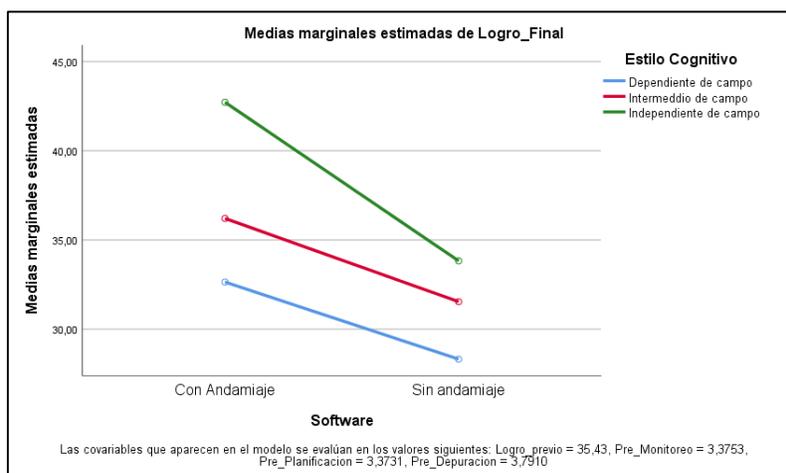


Figura 16 Medidas marginales Logro final

Del anterior gráfico se puede evidenciar que los estudiantes que interactuaron con un ambiente hipermedial con andamiaje metacognitivo tuvieron un mejor resultado en el logro del aprendizaje que aquellos estudiantes que no utilizaron el andamiaje, sin embargo, al revisar los resultados de los estudiantes que no utilizaron el andamiaje metacognitivo las tendencias se mantienen casi de forma paralela en relación con el uso del software. Esto, contrario a la teoría donde los resultados reflejan que los estudiantes que interactúan con andamiajes obtienen logros muy similares muestra que el andamiaje favorece a todos los estudiantes con sus diferentes estilos cognitivos manteniendo marcada la diferencia en el resultado del logro final. La interacción en general con el software favorece también en menor medida a los estudiantes que no utilizaron el andamiaje.

Relacionado con la carga intrínseca tenemos el siguiente gráfico:

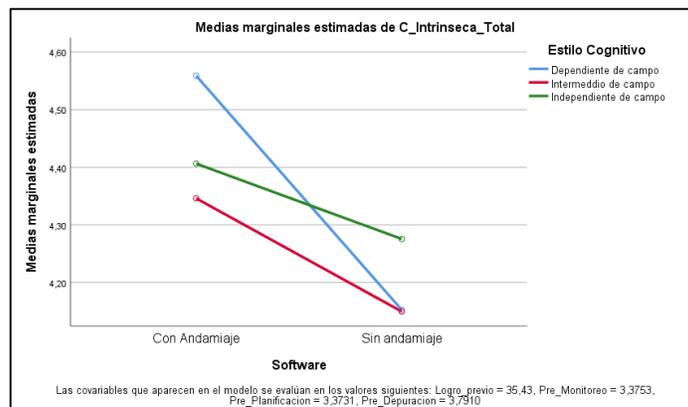


Figura 17 Medidas marginales Carga intrínseca

Relacionado con el anterior gráfico, se presentan los resultados de la interacción del software con y sin andamiaje metacognitivo y la carga intrínseca, esta, que hace alusión al dominio propio del conocimiento, aumenta por uso del andamiaje, probablemente la dificultad de los contenidos temáticos aumento por efecto del andamiaje en el ambiente hipermedial basado en el uso de ventanas, mensajes emergentes y demás elementos propios del andamiaje metacognitivo. Este andamiaje agrego un componente de dificultad al dominio del conocimiento.

A continuación, se presentan los resultados de la carga extrínseca total:

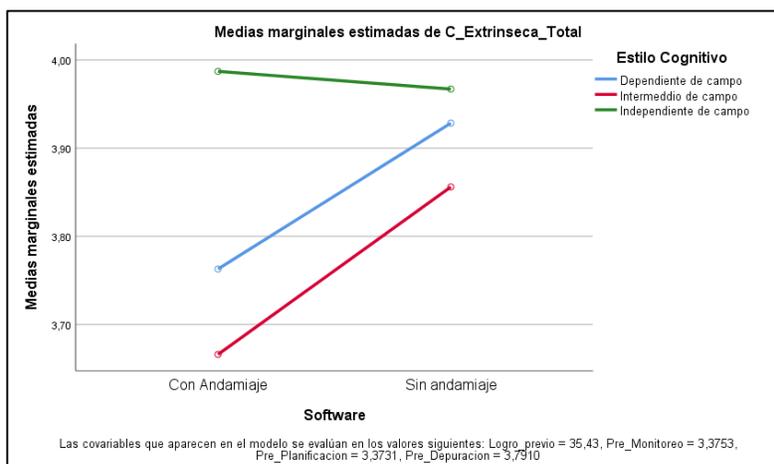


Figura 18 Medidas marginales Carga extrínseca

Teniendo en cuenta los resultados arrojados en el mancova (Tabla 12) y en contraste con la anterior gráfica, no existen diferencias significativas entre la carga extrínseca en los estudiantes que interactuaron con un ambiente con o sin andamiaje metacognitivo.

Relacionado con la carga germánica tenemos la siguiente gráfica:

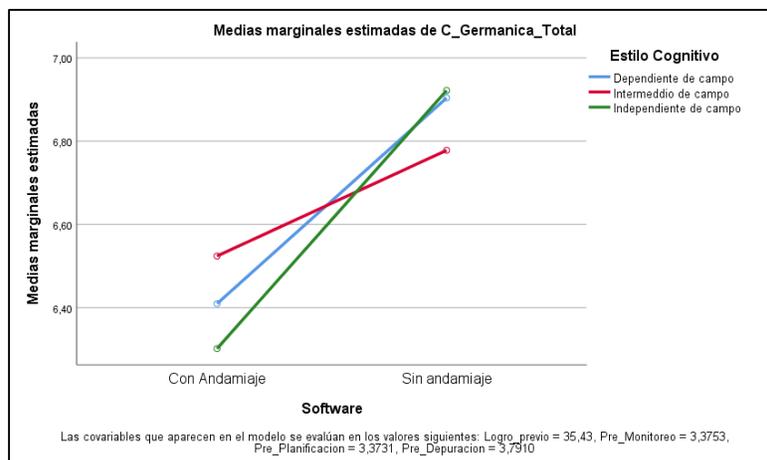


Figura 19 Medidas marginales carga germánica

De lo anterior tenemos que la carga germánica fue menor para los estudiantes que interactuaron con un ambiente hipermedial con andamiaje metacognitivo en comparación a la mayor carga que presentaron los estudiantes que no tuvieron el andamiaje en el ambiente hipermedial. Lo anterior demuestra que el andamiaje de tipo metacognitivo favoreció en los estudiantes la construcción del conocimiento; de esto, poder planear, monitorear y ajustar el proceso de aprendizaje permitió a los estudiantes mejorar la construcción de conocimiento; esta construcción es referida a la memoria equivalente a la reducción de la carga germánica.

En conclusión y referido a la carga cognitiva y los resultados arrojados, las características propias del ambiente hipermedial con andamiaje metacognitivo en la investigación introducen una característica que puede obstaculizar el proceso de aprendizaje, esta característica podría representar algún grado de dificultad adicional, sin embargo, a largo plazo, este andamiaje parece favorece la construcción del conocimiento dado que en la lectura de los valores de la carga germánica el efecto fue muy positivo ya que les permitió a los estudiantes obtener mejores logros de aprendizaje y construir de manera más eficaz y

eficiente su conocimiento en comparación con los estudiantes que interactuaron con el ambiente hipermedial sin andamiaje metacognitivo.

Seguido del resultado de la carga cognitiva, se muestran los resultados de la metacognición:

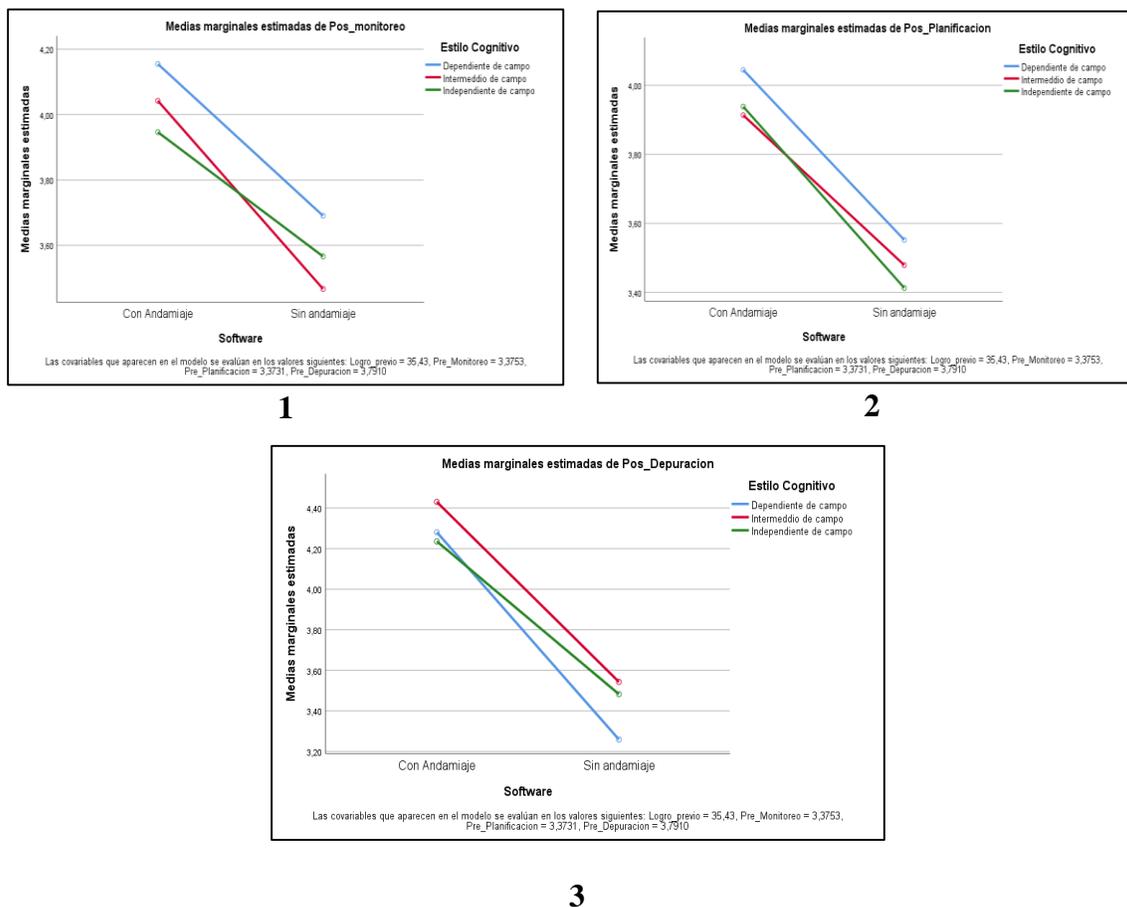


Figura 20 Medidas marginales para los ítems de la metacognición; 1) Monitoreo, 2) Planificación y 3) Depuración

De acuerdo con los resultados arrojados y en concordancia con el análisis MANCOVA (Tabla 12) se puede evidenciar de forma clara la interacción del software y los resultados de la metacognición; de esto, que los estudiantes que interactuaron con el ambiente hipermedial con andamiaje metacognitivo presentan niveles más altos en los procesos metacognitivos incluidos en esta investigación; planificación, monitoreo y control. La figura 20 muestra el comportamiento de los estudiantes con diferente estilo cognitivo y la diferencia entre el ambiente hipermedial con y sin activadores metacognitivos.

4.6 ANALISIS DESCRIPTIVOS DEL ESTILO COGNITIVO EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

De acuerdo con el análisis MANCOVA, se presentan los resultados del logro final:

Tabla 11 Estimaciones

Variable dependiente	Estilo Cognitivo	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Dependiente de campo	30,478 ^a	,928	28,619	32,336
	Intermedio de campo	33,873 ^a	,892	32,087	35,660
	Independiente de campo	38,273 ^a	,963	36,345	40,201

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 35,43, Pre Monitoreo = 3,3753, Pre Planificación = 3,3731, Pre Depuración = 3,7910.

Acorde con la teoría, y en concordancia con los resultados arrojados por la investigación, se puede ver que los estudiantes que interactuaron con el software presentaron diferencias en el resultado del logro final según el estilo cognitivo; los estudiantes dependientes de campo tuvieron un resultado más bajo ($M= 30,4$) en comparación con los estudiantes intermedios de campo ($M= 33,83$), los estudiantes independientes de campo lograron los puntajes mas altos en el logro final ($M=38.27$) en la asignatura de química. esto evidencia la relación directa que existe entre el logro del aprendizaje y el estilo cognitivo en la dimensión DIC. Así mismo, los procesos metacognitivos arrojaron resultados mas altos en los estudiantes que interactuaron con un ambiente hipermedial con andamiaje.

Tabla 12 Prueba de los Efectos- Inter sujetos

Comparaciones por parejas							
Variable dependiente	(I) Estilo Cognitivo	(J) Estilo Cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. ^b	95% de intervalo de confianza para diferencia ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Dependiente de campo	Intermedio de campo	-3,395 ^a	1,288	,032	-6,573	-,217

	Independiente de campo	-7,795*	1,340	,000	-11,101	-4,490
Intermedio de campo	Dependiente de campo	3,395*	1,288	,032	,217	6,573
	Independiente de campo	-4,400*	1,310	,004	-7,632	-1,167
Independiente de campo	Dependiente de campo	7,795*	1,340	,000	4,490	11,101
	Intermedio de campo	4,400*	1,310	,004	1,167	7,632

Se basa en medias marginales estimadas

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

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Seguido de esto, se tiene en cuenta la diferencia de medias con significancia en el nivel 0,05. Donde en el logro final se evidencian diferencias significativas en los resultados del logro del aprendizaje entre los estudiantes con diferente estilo cognitivo. Estos resultados son acordes con la teoría puesto que los sujetos independientes de campo obtienen mejores puntajes que los dependientes de campo en la mayoría de las asignaturas escolares y en diferentes tareas cognitivas; situación que es especialmente visible en las áreas de matemáticas y ciencias naturales (Guisande, Páramo, Tinajero, & Almeida, 2007; Hederich, 2007; Witkin & Goodenough, 1977).

5 DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación demuestran que al utilizar un ambiente hipermedial con andamiaje metacognitivo, favorece de manera significativa el logro del aprendizaje en la asignatura de química y en la disminución de la carga cognitiva germánica en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión Independencia – dependencia de campo. A través de este estudio se puede afirmar que la implementación de ambientes hipermediales

representan herramienta pedagógica que aporta y favorece a la construcción del conocimiento en escenarios en los que los estudiantes interactúan con ambientes computacionales.

Es importante resaltar que las interacciones dadas por el ambiente hipermedial estuvieron favorecidas por el uso de la Realidad Aumentada. En efecto, el uso de dispositivos móviles permitió a los estudiantes de grado undécimo una interacción que pretendía dar mejores oportunidades de aprendizaje a lo largo del curso; dicha interacción pudo ayudar a los estudiantes a cambiar el contexto ya que la inmersión sensorial propia de la R.A devuelve el valor a los sentidos y se aparta de un conocimiento plano y rígido. En este sentido, los elementos sensoriales y la interacción dada por esta herramienta potenciarían el razonamiento espacial mediante los modelos presentados. En conjunto, con las variables propias de la investigación y los demás elementos implícitos en el proyecto, se pueden ayudar a favorecer las variables que se están verificando en esta investigación.

5.1 ANDAMIAJE Y METACOGNICION

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por medio del análisis MANCOVA, la variable dependiente de metacognición se ve favorecida a lo largo de la interacción de los estudiantes con el ambiente hipermedial. Es válido asegurar que los procesos de Planificación, monitoreo y depuración en el aprendizaje se vieron claramente favorecidos por el uso del ambiente hipermedial con activadores metacognitivos.

A lo largo de la interacción del software, es evidente la acción del andamiaje el cual aporta elementos que permiten al estudiante monitorear su proceso de aprendizaje por medio de activadores metacognitivos y la autoevaluación, en conjunto, estos elementos tuvieron como fin que el estudiante logre reflexionar de manera continua sobre que tanto está aprendiendo, cómo lo está aprendiendo y que cosas deben ser ajustadas para llegar al logro del aprendizaje.

El hecho de interactuar con el ambiente cuando se propone una planeación que permite al estudiante generar un plan básico de trabajo que de acuerdo a los resultados afecta la planificación de forma positiva ya que, al poder determinar el tiempo de trabajo, el orden en

que va a utilizar las herramientas propias del software y el poder usar o no herramientas adicionales, genera un panorama claro de cual es la estrategia de trabajo y, posteriormente, evaluar si es la más pertinente o no. Así mismo y teniendo en cuenta los resultados sobre monitoreo, el interactuar constantemente con los activadores metacognitivos en el software permitió a los estudiantes hacer juicios que estimularan a la reflexión sobre la estrategia utilizada y el hecho de identificar si realmente están aprendiendo sobre el tema trabajado en cada una de las unidades.

Seguido de esto, el ambiente hipermedial ofrece la oportunidad de autoevaluar el conocimiento en cualquier momento del curso, de acuerdo con los resultados de esta autoevaluación es posible identificar cuáles son sus falencias hacia el logro del conocimiento y los ajustes a la estrategia para generar un mayor logro del aprendizaje.

Los resultados de la investigación permiten afirmar que el diseño e implementación del andamiaje metacognitivo de acuerdo con Wine (2001); Hederich, López & Camargo (2016), facilita el desarrollo de habilidades de monitoreo y control cognitivo durante el proceso de aprendizaje, y, ofrece un apoyo para que los estudiantes puedan completar una tarea de aprendizaje (Vargas, Martínez, & Uribe, 2012; López, Ibáñez, & Racines, 2017) (Huertas, & López, 2014).

Los anteriores resultados son complementan los hallazgos encontrados por Zhang & Quintana, (2012); Hederich- Martínez et al., (2016); Huertas-Bustos, López-Vargas & Sanabria-Rodríguez, (2017); en los que la implementación de andamiajes de tipo metacognitivo favorecen el proceso académico de los estudiantes que interactuaron con estos. Así mismo, esta investigación valida los resultados de Solórzano-Restrepo, & López-Vargas, (2019), en las que cada una de las etapas del andamiaje favorece el proceso de planeación, monitoreo, autoevaluación y control metacognitivo. Sin embargo, para este estudio en particular, solo se encuentran diferencias significativas en el monitoreo cuándo estudiantes universitarios en un ambiente E - learning interactúan con un andamiaje metacognitivo. De acuerdo con lo anterior y para futuras investigaciones, es pertinente medir todos los

componentes de la metacognición incluida la organización y la evaluación ya que en la presente investigación no se tuvieron en cuenta, así mismo, abrir el debate sobre la relación que existe la interacción de ambientes hipermediales E – learning para estudiantes universitarios y para estudiantes de bachillerato por lo que, según los hallazgos Solórzano-Restrepo, & López-Vargas, (2019), en estudiantes universitarios solo existen diferencias significativas entre la interacción software – andamiaje en una de las cinco sub categorías de la regulación de la cognición, específicamente en el monitoreo. Seguido de esto y de acuerdo con Valencia-Vallejo, López-Vargas, & Sanabria-Rodríguez, (2019), estudiantes universitarios de primer semestre que interactúan con cada una de las etapas de un andamiaje metacognitivo se ven favorecidos en los procesos de monitoreo y control puesto que el andamiaje sugiere a los participantes establecer una meta de aprendizaje y planear actividades para lograrla, así mismo, monitorear su aprendizaje y ajustar la estrategia de ser necesario.

Así mismo, y en concordancia con los resultados de esta investigación, López-Vargas, Ibáñez-Ibáñez, & Racines-Prada, (2017), demostraron que estudiantes de grado undécimo pueden realizar un control metacognitivo cuando interactúan con un andamiaje que les proporciona opciones y favorece la autonomía del estudiante. Así, el estudio evidenció que el uso del andamiaje metacognitivo fomentaba de una forma más estructurada el comportamiento sistemático en el estudiante, lo que, probablemente, les permite navegar y realizar diferentes actividades de estudio de manera organizada, ajustar las estrategias de aprendizaje y procesar la información con más detalle con el objetivo de una meta autoimpuesta.

5.2 ANDAMIAJE Y CARGA COGNITIVA

Acorde con los resultados la carga cognitiva intrínseca disminuyó mientras que la carga cognitiva extrínseca permaneció constante, esto, permitió la disminución de la carga germánica.

La interacción entre el andamiaje metacognitivo del presente proyecto y la carga cognitiva favoreció en los estudiantes la construcción del conocimiento. De acuerdo con los resultados

la disminución de la carga intrínseca permitió el aumento de la carga germánica que, al tener más espacio, permite la creación de conceptos que conllevan a la construcción del conocimiento, en efecto, esto favorece a los estudiantes que interactúan con el andamiaje por lo que su logro del aprendizaje mejoró.

Estudios previos como el de López-Vargas et al. (2017); muestran que la implementación de un andamiaje tiene como efecto la reducción de la carga extrínseca. Así mismo, Chong, (2005); Shaffer, Doube & Tuovinen, (2003) afirman que es importante la disminución de la carga cognitiva extrínseca para que aumente el espacio de la carga relevante en la memoria de trabajo. Lopez, Ibañes & Racines (2016) encontraron en su investigación que existen diferencias significativas entre la carga cognitiva extrínseca e intrínseca por efecto del andamiaje metacognitivo mientras que no hubo diferencias frente a la carga germánica. Contrario al hallazgo, en esta investigación no hubo diferencias significativas entre el andamiaje metacognitivo y la carga extrínseca por lo que esta se mantuvo constante.

Lo anterior sugiere un especial cuidado relacionado con el formato referido a la carga cognitiva extrínseca; al adicionar información y cualquier tipo de elemento al ambiente hipermedial se puede afectar negativamente la carga haciendo que esta aumente como información irrelevante y dejando menos espacio y recursos cognitivos a la carga germánica.

El formato de presentación del ambiente hipermedial junto con sus elementos puede haber influenciado los resultados de la carga intrínseca; así, el nivel de experiencia adquirido por el estudiante, los contenidos inherentes de las temáticas y la estructura del software que plantea desde la meta de aprendizaje, estrategia, monitoreo, control y los contenidos de RA, pueden favorecer la disminución de la carga intrínseca, lo que da espacio al aumento de la carga germánica.

Teniendo en cuenta los resultados en las tres cargas cognitivas y dado que estas cargas son aditivas, el aumento o disminución de una de ellas influirá directamente en la cantidad de recursos disponibles para las otras dos (Lotero 2012); el hecho de no evidenciar una

interacción en la carga extrínseca pone en manifiesto la relación inversa entre la carga germánica y la carga intrínseca.

Teniendo en cuenta la configuración de los recursos dispuestos para la construcción del conocimiento, el hecho de que haya una disminución en la carga intrínseca afecta de forma inversa la carga germánica, es decir, su aumento proporciona más espacio y recursos para la construcción del conocimiento y en efecto el logro del aprendizaje. Acorde con la teoría, esta tendencia en el presente proyecto debe ser estudiada a profundidad por lo que según Bannert (2002), diversos estudios ponen en consideración la destreza del investigador en la configuración de la carga cognitiva, sobre todo en la disminución de la carga intrínseca y el aumento de la carga cognitiva relevante.

Estos resultados son acordes con la teoría, ya que el uso de andamiajes en un ambiente hipermedial favorece la carga germánica y en efecto la memoria de trabajo, por lo que se obtiene más espacio para la memoria a largo plazo, Racines (2014). A diferencia de lo enunciado, Solórzano-Restrepo, & López-Vargas, (2019) encontraron que no existen diferencias significativas en la carga cognitiva de los estudiantes universitarios que interactúan en un ambiente E-Learning con andamiaje metacognitivo y, como se refiere anteriormente, trabajos como el de López-Vargas et al. (2017); muestran que la implementación de un andamiaje tiene como efecto la reducción de la carga extrínseca.

5.3 LOGRO DE APRENDIZAJE Y ESTILO COGNITIVO

Este trabajo de investigación busca evaluar el efecto que de un andamiaje metacognitivo frente al logro del aprendizaje en estudiantes de secundaria que tienen diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Los resultados muestran que existe una alta influencia de la variable independiente de andamiaje metacognitivo y su relación con el estilo cognitivo frente al logro del aprendizaje.

Los análisis de esta investigación muestran que el uso de andamiajes de tipo metacognitivos favorecen la metacognición de los estudiantes y favorece la carga cognitiva germánica, aspectos que se ven reflejados en los resultados del logro del aprendizaje.

De acuerdo con este análisis se puede concluir que existen diferencias significativas en el logro del aprendizaje en los estudiantes teniendo en cuenta su estilo cognitivo y favorece a los independientes de campo que trabajaron con y sin andamiaje metacognitivo, siendo los estudiantes que interactuaron con el andamiaje quienes obtuvieron los mejores resultados.

Estudios previos revelan que, en el contexto de las tecnologías de la información, la investigación sobre el estilo cognitivo en la dimensión de la DIC sistemáticamente los estudiantes a los que se refiere como independientes del campo obtienen mejores resultados que sus compañeros de clase dependientes del campo cuando interactúan en entornos hipertexto (Lopez, Ibañez & Racines 2016).

Sin embargo, uno de los objetivos de la interacción del ambiente hipertextual y el estilo cognitivo es disminuir las diferencias en el logro final a modo de lograr resultados equivalentes entre los estudiantes dependientes, intermedios e independientes de campo; en los datos obtenidos en esta investigación se valida la información sobre las diferencias en el logro del aprendizaje de acuerdo al estilo cognitivo (López, et., al, 2016) , cabe la pena resaltar que el andamiaje no presentó algún efecto significativo en el logro final por lo que los resultados se vieron diferenciados en igual medida en los estudiantes que interactuaron o no con el andamiaje de acuerdo a su estilo cognitivo, en ambos casos los estudiantes independientes de campo obtuvieron mejores resultados que los intermedios y estos mejores resultados que los dependientes de campo, esto probablemente se da frente al uso de las herramientas que el software aporta ya que la interacción con la Realidad Aumentada y el uso de estrategias metacognitivas en las dos versiones del software que pueden favorecer el aprendizaje.

Acorde con la teoría, los resultados muestran que el uso del ambiente hipermedial en su versión con andamiaje mejora el logro de aprendizaje, ya que los estudiantes que se autorregulan son promotores activos de su propio proceso de aprendizaje; y los resultados obtenidos se deben a la puesta en marcha de una serie de estrategias metacognitivas que no solo permitieron el logro del aprendizaje en los estudiantes, sino que conlleva un autoconocimiento respecto de las estrategias más eficaces para utilizar lo aprendido. (López, Hederich, & Camargo, 2012)

Estos resultados contradicen los hallazgos de Solorzano-Restrepo, & López-Vargas, (2019), quienes encontraron que no existen diferencias sobre el logro de aprendizaje en atención a las diferencias individuales de acuerdo con el estilo cognitivo en estudiantes universitarios que trabajan en un ambiente E – learning. De lo anterior, queda abierta la discusión puesto que es pertinente investigar en profundidad estas diferencias y determinar la influencia que puede tener el tipo de población y el escenario en los cuales interactúan las variables recurrentes en las dos investigaciones; el estilo cognitivo, el logro final y la carga cognitiva en un ambiente E – Learning o convencional para estudiantes de bachillerato y estudiantes universitarios.

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación, es importante hacer la revisión del modo en que se da la interacción entre el estilo cognitivo y el logro del aprendizaje en función del ambiente hipermedial ya que, por lo general, las diferencias en el logro del aprendizaje se disminuyen por efecto de los andamiajes de tipo metacognitivo (Hederich, López, & Camargo, 2016).

5.4 RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Existen diferencias significativas en el logro de aprendizaje y la carga cognitiva en estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC cuando interactúan con un ambiente de Realidad Aumentada en presencia y ausencia de activadores metacognitivos?

Esta investigación pudo mostrar que la implementación de un andamiaje metacognitivo aumento el logro final en estudiantes de grado undécimo en la asignatura de química. La interacción de los estudiantes con este andamiaje hizo posible la elección de una meta de aprendizaje, la planificación, monitoreo y control del aprendizaje mientras hallaban a lo largo del camino activadores metacognitivos, esto sugiere que el uso de ambientes hipermediales con andamiajes favorecen el proceso de aprendizaje.

La carga cognitiva tuvo un efecto favorable en la investigación ya que la disminución de la carga intrínseca dio paso al aumento de la carga germánica. Vale la pena aclarar que la carga extrínseca no se vio afectada por el andamiaje. Estos resultados permiten inferir en la importancia del andamiaje para alcanzar el logro final que mide el proceso de aprendizaje.

Al no haber diferencias significativas en la carga extrínseca, la disminución de la carga intrínseca facilitó a los estudiantes la comprensión de las temáticas, en consecuencia, el aumento de la carga germánica propicia más espacio para la comprensión de conceptos y la construcción del conocimiento.

Relacionado con el logro final y el estilo cognitivo se obtuvieron diferencias significativas entre los resultados finales y el estilo cognitivo, siguiendo la línea de comportamiento de acuerdo con las características de cada uno de los grupos; dependientes, intermedios y dependientes de campo.

En cuanto a la relación entre el software y el estilo cognitivo no se evidenció ninguna interacción entre estas dos variables, por lo que, de acuerdo con los resultados, cada una actúa de forma independiente y no se dio una interacción que permitiera potenciar o mejorar las variables dependientes.

5.5 CONTRIBUCIONES, LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

5.5.1 Contribuciones

Aporta evidencias respecto a diversas investigaciones relacionadas con el uso de ambientes hipermediales con andamiajes de tipo metacognitivo en el área de ciencias naturales con estudiantes de bachillerato.

Se verifico la influencia que tiene el uso de ambientes hipermediales con andamiajes de metacognición frente a estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Aporta resultados frente al impacto que tiene la estructura del ambiente hipermedial respecto a la carga cognitiva; favoreciendo la reducción de la carga intrínseca y el aumento de la carga germánica para la construcción del conocimiento.

Se valida la influencia que tiene el uso de un ambiente hipermedia con andamiajes de tipo metacognitivo frente al logro del aprendizaje de los estudiantes; se favorece el logro del aprendizaje tanto en los estudiantes que usan o no el andamiaje. Se implemento un ambiente hipermedial basado en realidad aumentada para la enseñanza de la química en bachillerato, ambiente que puede servir como referencia para el estudio de conceptos relacionados con procesos que relaciones estructuras y gráficos complejos tanto en ciencias naturales como es otras áreas del conocimiento.

5.5.2 Limitaciones

Relacionado con el número de participantes, la posibilidad de tener un grupo muestral más extenso permitiría obtener resultados que se pueden analizar y replicar de una manera más homogénea.

La implementación del trabajo de investigación con un grupo establecido previamente limita la proyección de resultados hacia un grupo mas grande de estudiantes que cumpla las mismas características del grupo experimental.

El hecho de trabajar con estudiantes menores de edad que en algunas ocasiones adoptaron una posición de desinterés hacia el proceso investigativo y desarrollaron las actividades de

medición del conocimiento y test de reportes a partir de respuestas socialmente aceptables y en tiempos diferentes a los establecidos en el cronograma.

Los tiempos ajustados y las actividades propias del plantel educativo que en ciertas ocasiones se cruzaba con el cronograma del proyecto por lo que fue necesario generar nuevos espacios y permisos para la continuación de la investigación.

5.5.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

Implementar bajo el mismo diseño ambientes computacionales que involucren dentro de su metodología diferentes escenarios computacionales y dirigido a diferentes grupos de estudiantes; universitarios, mayores de edad, niños en educación inicial, etc.

A partir de los hallazgos de la investigación y en contraste con otras investigaciones, determinar las diferencias que existen en el logro del aprendizaje, estilo cognitivo, carga cognitiva y metacognición en estudiantes de educación básica y superior que interactúan con un ambiente hipermedial. Así mismo los factores diferenciales entre los dos grupos de estudiantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10).
- Bannert, M. (2002). Managing Cognitive Load: Recent Trends in Cognitive Load Theory. *Learning and Instruction*, 12 (1), 139-146. Disponible en: [http://sites.huji.ac.il/science/stc/thj/articles_tj/articles_english/Learning%20and%20Instruction%2012_1%20\(2002\)/Managing%20cognitive%20load%97recent%20trends%20in.pdf](http://sites.huji.ac.il/science/stc/thj/articles_tj/articles_english/Learning%20and%20Instruction%2012_1%20(2002)/Managing%20cognitive%20load%97recent%20trends%20in.pdf)
- Chaverra, D. I. (2008). La actividad metacognitiva durante la producción de un texto hipermedial. *Lectura y vida: Revista latinoamericana de lectura*, 29(4), 30-42
- Chavez Tovar, U. O. (2013). Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero de sistemas. Universidad de Cartagena.
- Chong, T. S. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)*, 2 (3), 106-117.
- Clark, R., & Mayer, R. (2007). *E-Learning and the Science of Instruction Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. New York: John Wiley and Sons.
- Cooper, J. (1998). multidimensional approach to the adoption of innovation. *Management Decision*, 36(8), 493-502.
- Cowan, N. (2001). The Magical Number 4 in Short-Term Memory: A Reconsideration of Mental Storage Capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114..
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Springer Link*, 38(105), 105- 134. doi:<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>
- de Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*,7(2), 102-

- 108Espinosa, M. P. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (46), 187-203.
- Escanero-Marcén, Jesús F., Soria, M. Soledad, Escanero-Ereza, M. Elena, & Guerra-Sánchez, Manuel. (2013). Influencia de los estilos de aprendizaje y la metacognición en el rendimiento académico de los estudiantes de fisiología. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 16(1), 23-29. <https://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322013000100005>
- Espinosa, M. P. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (46), 187-203
- FLAVELL, J. (1996). *El desarrollo cognitivo*. España: Prentice Hall.
- Flórez Ochoa, R. (2000). Autorregulación, metacognición y evaluación. *Acción pedagógica*, 9(1), 4-11.
- Glaser, R. (1994). *Learning theory and instruction*. En: G. D'Ydewalle, P. Eelen y B. Bertelson (eds.). *International perspectives on psychological science*. (Vol. 2) NJ: Erlbaum.
- GONZÁLEZ, Ángel; GISBERT, Mercé; GUILLEM, Antoni; JIMÉNEZ, Bonifacio; LLADÓ, Fátima y RALLO Robert (1996). "Las nuevas tecnologías en la educación". En Salinas, Jesús et al. (eds.). *Redes de comunicación, redes de aprendizaje*. Universitat de les Illes Balears: EDUTEC'95, págs. 409-422.
- Guisande, M. A., Páramo, M. F., Tinajero, C. & Almeida, L.S. (2007). Field dependence-independence (FDI) cognitive style: An analysis of attentional functioning. *Psicothema*, 19(4), 572-577
- Hederich, C. (2007). *Estilo cognitivo en la dimensión de dependencia – independencia de campo. Influencias culturales e implicaciones para la educación*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Hederich-Martínez, C., López-Vargas, O., & Camargo-Uribe, A. (2016). Effects of the use of a flexible metacognitive scaffolding on self-regulated learning during virtual education, *Int. J. Technology Enhanced Learning*, 8(3/4), 199-216. <http://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2016.082321>

- Huertas Bustos, A., & López Vargas, O. (2014). Andamiaje metacognitivo para la búsqueda de información (Ambi): una propuesta para mejorar la consulta en línea. *PAPELES*, (11), 48-60.
- Huertas-Bustos, A., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2017). Influence of a metacognitive scaffolding for information search in B-learning courses on learning achievement and its relationship with cognitive and learning style. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 147-171. <http://dx.doi.org/10.1177/0735633116656634>
- Huertas Bustos, A. P., Vesga Bravo, G. J., & Galindo León, M. (2014). Validación del instrumento 'Inventario de habilidades metacognitivas (mai)' con estudiantes colombianos. *Praxis & Saber*, 5(10), 56-74.
- Lara, L. H., & Villarreal, J. L. (2004). La Realidad Aumentada: Una Tecnología En Espera De Usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 10.
- Liu, M., & Reed, W. M. (1994). The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment. *Computers in human behavior*, 10(4), 419-434.
- López Vargas, O., Hederich Martínez, C., & Camargo Uribe, Á. (2012). Academic achievement in hypermedia environments, scaffolding self-regulated learning and cognitive style. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-26.
- López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Uribe, Á. (2011). Estilo cognitivo y logro académico. *Educación y Educadores*, 14(1), 67-82.
- López Vargas, O., Ibáñez Ibáñez, J., & Chiguasuque Bello, E. (2014). El estilo cognitivo y la fijación de metas de aprendizaje en ambientes computacionales. *Pensam. psicol*, 12(1), 133-148.
- López-Vargas, O., Ibáñez-Ibáñez, J., & Racines-Prada, O. (2017). Students' metacognition and cognitive style and their effect on cognitive load and learning achievement. *Educational Technology & Society*, 20(3), 145-157.
- Lotero, L. A. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10).
- Mergel, B. (1998). Diseño instruccional y teoría del aprendizaje. Universidad de Saskatchewan, Canadá. [Documento en línea] www.usask.ca

- ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf.[Consultado el 8 de mayo de 2006].
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación química*, 26(2), 94-99.
- Miller, G. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 101(2), 343-352.
- Molenaar, I., Van Boxtel, C. A., & Sleegers, P. J. (2010). The effects of scaffolding metacognitive activities in small groups. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1727-1738.
- Osses Bustingorry, S., & Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.
- Osses Bustingorry, Sonia, & Jaramillo Mora, Sandra. (2008). METACOGNICION: UN CAMINO PARA APRENDER A APRENDER. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197. Recuperado en 28 de mayo de 2016, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052008000100011&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-07052008000100011.
- Paas, F., Tuovinen, J., Tabbers, H., & Van Gerven, P. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 23(1), 63-71.
- Prendes Espinosa, Carlos. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, núm. 46, pp. 187-203 Universidad de Sevilla Sevilla, España.
- Pujol, L. (2003). Efecto en la conducta de búsqueda de información precisa en hipermedios de dos variables personales: Estilo de aprendizaje y uso de estrategias metacognitivas. In *Actas del Congreso Internacional Edutec*.
- Quintana, C., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40(4), 235-244.

- Racines, J. (2014). Influencia de un andamiaje autorregulador sobre el nivel de carga cognitiva, en estudiantes que aprenden de forma individual en un ambiente hipermedia. Bogotá, Colombia: Tesis de Maestría Universidad Pedagógica Nacional.
- Ramos Geliz, F., Toscano Ricardo, A., Regino Vidal, C., & Galván Lozano, E. E. (2015). Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada.
- Sawa, H. (1966). Analytic Thinking and Synthetic Thinking. Bulletin of faculty of Education, 13, 1-16. Nagasaky University.
- Shaffer, D.; Doube, W. & Tuovinen, J. (2003). Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. Paper presented at the 15th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, Keele UK. Disponible en: <http://www.ppig.org/papers/15th-shaffer.pdf>
- Solórzano-Restrepoa, J., & López-Vargasb, O. (2019). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo en un ambiente e-learning sobre la carga cognitiva, el logro de aprendizaje y la habilidad metacognitiva. Revista Suma Psicológica, 26(1), 37-45.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. Learning and instruction, 4(4), 295-312.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. Cognitive Science, 12, 257-285.
- Sweller, J. (2006). Discussion of 'Emerging Topics in Cognitive Load Re-search: Using Learner and Information Characteristics in the Design of Powerful Learning Environments'. Applied Cognitive Psychology, 20(3), 353-357.
- Sweller, J. (2015). Working memory, long-term memory, and instructional design. Journal of Applied Research in Memory and Cognition.
- Tinajero Vacas, C., & Páramo Fernández, M. F. (2013). Cognitive Style. Revista Colombiana de Educación, (64), 57-78.
- Valencia-Vallejo, N., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2019). Effect of a metacognitive scaffolding on self-efficacy, metacognition, and achievement in e-learning environments. Knowledge Management & E-Learning: An International Journal, 11(1), 1-19.

- Valencia, n. G., rodríguez, l. B. S., & ibáñez, j. I. La solución de problemas en la comprensión de conceptos de geometría dinámica a través de ambientes computacionales Ponencia Tic, Cognición, Aprendizaje y Currículo.
- Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, 38(1), 5-13.
- Vargas, O. L., Martínez, C. H., & Uribe, Á. C. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista latinoamericana de psicología*, 44(2), 13-26.
- Vargas, O. L., & Vera, S. T. (2013). Efecto de un activador computacional de autoeficacia sobre el logro de aprendizaje en estudiantes de diferente estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 225-244
- Witkin, h. y otros. (1971) *Manual of embedded figures test and group embedded figures test*. Consultin Psychological Press. Palo Alto. California.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The Role the tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17 (2), 89 100.
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173
- Yuan, K., Steedle, J., Shavelson, R., Alonzo, A., & Opezzo, M. (2006). Working memory, fluid intelligence, and science learning. *Educational Research Review* , 93 -98.
- Zhang, M., & Quintana, C. (2012). Scaffolding strategies for supporting middle school students' online inquiry processes. *Computers and Education*, 58(1), 181-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.016>