

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN

SUJETOS Y ESCENARIOS DE APRENDIZAJE  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN COGNITEK

CARGA COGNITIVA, AUTOEFICACIA Y LOGRO DE APRENDIZAJE EN AMBIENTE VIRTUALES

Tesis Doctoral

Doctoranda: Sonia Triana Vera  
Director: Dr. Omar López Vargas

Bogotá, Octubre de 2023

***Dedicatoria***

*A mis hijas Paula y Soley.*

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar debo agradecer a mi Ser Superior quien con su generosidad y bondad me ha permitido adquirir los conocimientos y desarrollar las habilidades en el campo que amo. Agradezco cada madrugada, cada día y cada noche de estudio, cada desafío superado y cada logro alcanzado. Me has dado la sabiduría y la determinación necesaria para persevera en este camino académico, no fue nada fácil. Te pido que me ayudes a utilizar estos conocimientos y habilidades para servir a los demás, en especial a mis queridos estudiantes.

En segundo lugar quiero manifestar mi agradecimiento a mi familia en especial a mis queridas hijas y a mi esposo, no hay palabras que expresen cuanto valoro su amor, su apoyo y comprensión en mi vida. Agradezco profundamente su paciencia y ayuda durante mis horas de estudio y trabajo académico. Espero que este logro sea motivación que inspire a perseguir sus propios sueños y metas con la certeza que siempre contarán con mi amor y respaldo.

En tercer lugar deseo agradecer profundamente a mi director de tesis Dr. Omar López Vargas por su guía, ayuda y trabajo. Su paciencia, disponibilidad y compromiso han sido un verdadero regalo, gracias por su apoyo no solo académico sino emocional y de aliento constante. Ha sido un honor haber tenido la oportunidad de trabajar nuevamente bajo su dirección y aprender de su vasta experiencia en este campo de investigación.

Finalmente, agradezco el gran apoyo de los directivos docentes en especial a la Lic. Lucenny Grisales y al Lic. Néstor Garavito y compañeros profesores de la I. E. Manuela Beltrán del municipio de Soacha, particularmente a Milena Rueda, Marcos Robayo y mi gran amiga Norella Cruz por tenderme su mano cuando más la necesité. Deseo agradecer a los estudiantes de grado décimo con quienes realicé la experimentación por su interés y su bondad, valoré su disposición para probar nuevas estrategias y asumir el gran reto de aprender a aprender.

Con gratitud y amor.

**Sonia Triana Vera.**  
Octubre de 2023

## TABLA DE CONTENIDO

---

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1. EL ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
Objetivo General .....	22
Objetivos Específicos.....	23
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>23</b>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>26</b>
Los alcances .....	26
Las limitaciones.....	27
<b>CAPÍTULO 2. CARGA COGNITIVA .....</b>	<b>31</b>
<b>TIPOS DE CARGAS COGNITIVAS .....</b>	<b>34</b>
Carga cognitiva intrínseca.....	34
Carga cognitiva extrínseca.....	35
Carga cognitiva germánica.....	35
<b>CARGA COGNITIVA Y DISEÑOS INSTRUCCIONALES .....</b>	<b>36</b>
Principio de multimedia.....	37
Principio de contigüidad.....	37
Principio de modalidad.....	38
Principio de redundancia.....	38
Principio de coherencia.....	39
<b>ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA CARGA COGNITIVA Y LOS AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 3. AUTOEFICACIA.....</b>	<b>57</b>
<b>FUENTES DE AUTOEFICACIA .....</b>	<b>59</b>
Experiencias de dominio.....	60
Aprendizaje vicario.....	61
Persuaciones verbales.....	63
Estados físicos y emocionales.....	64
<b>PROCESOS PSICOLÓGICOS QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO HUMANO A TRAVÉS DE LA AUTOEFICACIA.....</b>	<b>65</b>
Procesos cognitivos.....	66
Procesamiento de información.....	67

Planeación de cursos de acción.....	68
Esfuerzo y persistencia .....	68
Orientación y ejecución de la tarea .....	69
Procesos motivacionales .....	69
Orientación a metas .....	70
Atribuciones causales .....	70
Expectativas de resultados .....	71
Procesos afectivos.....	72
Proceso de toma de decisiones .....	73
<b>DIMENSIONES DE LA AUTOEFICACIA .....</b>	<b>74</b>
Magnitud .....	74
Fuerza .....	74
Generalidad.....	75
<b>AUTOEFICACIA ACADÉMICA E INVESTIGACIONES RELACIONADAS .....</b>	<b>75</b>
<b>AUTOEFICACIA PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA Y ESTUDIOS PREVIOS .....</b>	<b>83</b>
<b><i>CAPÍTULO 4. ESTILO COGNITIVO.....</i></b>	<b>97</b>
<b>ESTILO COGNITIVO EN LA DIMENSIÓN DEPENDENCIA-INDEPENDENCIA DE CAMPO (DIC).....</b>	<b>98</b>
<b>ESTILO COGNITIVO Y LOGRO DE APRENDIZAJE .....</b>	<b>102</b>
<b>ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL ESTILO COGNITIVO Y EL APRENDIZAJE EN AMBIENTES VIRTUALES .....</b>	<b>106</b>
<b><i>CAPÍTULO 5. ANDAMIAJE.....</i></b>	<b>118</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DEL ANDAMIAJE .....</b>	<b>118</b>
<b>ANDAMIAJES COMPUTACIONALES .....</b>	<b>121</b>
<b>TIPOS DE ANDAMIAJES COMPUTACIONALES .....</b>	<b>121</b>
<b>ESTUDIOS RELACIONADOS CON ANDAMIAJES COMPUTACIONALES .....</b>	<b>125</b>
Estudios que involucran andamiajes orientados a la autorregulación del estudiante.....	127
Estudios que incluyeron andamiajes metacognitivos .....	130
Investigaciones con andamiajes o módulos motivacionales incluidos .....	132
Otras investigaciones relacionadas.....	136
Andamiajes fijos y de desvanecimiento .....	142
<b><i>CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA.....</i></b>	<b>145</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>145</b>
<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>145</b>
Población .....	150
Instrumentos.....	151
Determinación del estilo cognitivo .....	151
Medición de la Autoeficacia Académica .....	152
Valoración de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea.....	153

Evaluación de la carga cognitiva .....	154
Estimación del logro del aprendizaje .....	154
<b>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE.....</b>	<b>157</b>
<b>PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>170</b>
<b>CAPÍTULO 7. RESULTADOS .....</b>	<b>173</b>
<b>CONDICIONES INICIALES .....</b>	<b>174</b>
Estilo cognitivo.....	176
Logro de aprendizaje.....	179
Autoeficacia académica.....	181
Autoeficacia para el aprendizaje en línea. ....	183
Subescala aprendizaje.....	184
Gestión del tiempo .....	185
Subescala uso de las tecnología .....	187
<b>EFFECTOS DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE VIRTUAL.....</b>	<b>189</b>
Validación de supuestos.....	190
Resultados estadísticos descriptivos de las variables dependientes.....	194
Logro de aprendizaje .....	198
Autoeficacia académica .....	200
Autoeficacia para el aprendizaje en línea.....	203
Autoeficacia para aprendizaje en ambientes en línea, subescala: Aprendizaje .....	204
Autoeficacia para aprendizaje en línea, subescala: <i>Gestión del tiempo</i> .....	206
Autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala: <i>Uso de la tecnología</i> .....	209
Carga cognitiva .....	212
Carga cognitiva intrínseca .....	213
Carga cognitiva extrínseca.....	214
Carga cognitiva germánica .....	216
Análisis MANCOVA FACTORIAL DE 2*2*2. ....	218
Efecto del tipo de andamiaje. ....	224
Efecto del tipo de activador motivacional .....	225
Efecto del estilo cognitivo.....	228
Interacción: Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales .....	231
Interacción: Tipo de andamiaje * Estilo cognitivo. ....	233
Interacción: Activadores motivacionales * estilo cognitivo. ....	235
Interacción: Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales * Estilo cognitivo. ....	235
Análisis de Anova Mixto de Medidas Repetidas Logro Académico .....	238
Logro académico .....	238
Estadísticos descriptivos.....	238
Evaluación 1 .....	238
Evaluación 2. ....	240
Evaluación 3 .....	241
Evaluación 4. ....	242
Evaluación 5 .....	244
Evaluación 6. ....	245

Evaluación 7 .....	246
Anova Mixto de medias repetidas .....	248
Prueba de esfericidad de Mauchly .....	249
Prueba intra sujetos .....	249
Carga cognitiva .....	252
Estadísticos descriptivos.....	252
Cargas cognitivas en la unidad 1 .....	252
Cargas cognitivas en la unidad 2 .....	254
Cargas cognitivas en la unidad 3 .....	256
Cargas cognitivas en la unidad 4 .....	258
Cargas cognitivas en la unidad 5 .....	260
Cargas cognitivas en la unidad 6 .....	262
Cargas cognitivas en la unidad 7 .....	264
Anova mixto de medias repetidas .....	266
Prueba de esfericidad de Mauchly .....	268
Prueba intra sujetos .....	269
Carga cognitiva total .....	271
Tipos de cargas cognitivas .....	273
Interacción carga cognitiva*tipos de cargas cognitivas.....	274
<b>CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN Y PROYECCIONES. ....</b>	<b>279</b>
<b>EFFECTOS DEL AMBIENTE DE APRENDIAJE VIRTUAL.....</b>	<b>279</b>
Efecto de tipo de andamiaje .....	279
Efecto de los activadores motivacionales. ....	283
Efecto del estilo Cognitivo .....	287
Interacciones entre Tipo de andamiajes y Activadores motivacionales.....	292
Interacción entre Tipo de Andamiaje y Estilo Cognitivo. ....	294
Interacción entre activadores motivacionales y estilo cognitivo .....	297
Interacción entre tipo de andamiajes, activadores motivacionales y estilo cognitivo.....	299
<b>RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>301</b>
Primera pregunta de investigación .....	301
Segunda pregunta de investigación.....	301
Tercera pregunta de investigación.....	302
Cuarta pregunta de investigación .....	303
Quinta pregunta de investigación.....	304
Sexta pregunta de investigación .....	305
Séptima pregunta de investigación.....	305
Octava pregunta de investigación .....	306
<b>PROYECCIONES.....</b>	<b>308</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>312</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>326</b>
<b>ANEXO 1. PRUEBA DE FIGURAS ENMASCARADAS EFT .....</b>	<b>326</b>

<b>ANEXO 2. HIPERVÍNCULO PARA INGRESAR A INSTRUMENTOS .....</b>	<b>330</b>
<b>ANEXO 3. MANUAL PARA INGRESO A ARDUPROGRAM.....</b>	<b>335</b>
Requisitos mínimos de Hardware para instala Arduprogram .....	335
Proceso de instalación e ingreso.....	335
<b>ANEXO 4. CONSENTIMIENTOS INFORMADOS .....</b>	<b>338</b>
<b>ANEXO 5. TEST DE BONFERRONI .....</b>	<b>340</b>
Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Tipos de Andamiajes.....	340
Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Activadores Motivacionales .....	342
Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable asociada Estilo cognitivo.....	342
Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje * activador motivacional .....	344
Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje * Estilo cognitivo	346
Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje * Estilo cognitivo	349

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1</b> Caracterización de la dimensión DIC _____	104
<b>Tabla 2</b> Variables independiente _____	146
<b>Tabla 3</b> Variables dependientes _____	148
<b>Tabla 4</b> Covariables asociadas al estudio _____	149
<b>Tabla 5</b> Distribución de población en grupos del experimento _____	150
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos de la población _____	175
<b>Tabla 7</b> Número de participantes en el estudio según el estilo cognitivo _____	176
<b>Tabla 8</b> Estadísticos descriptivos para la variable asociada. estilo cognitivo _____	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 9</b> Estadísticos descriptivos para la covariable Logro de aprendizaje _____	180
<b>Tabla 10</b> Estadísticos descriptivos para la covariable Autoeficacia académica _____	182
<b>Tabla 11</b> Estadísticos descriptivos de la covariable Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala Aprendizaje. _____	184
<b>Tabla 12.</b> Estadísticos descriptivos para la Autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala Gestión del tiempo _____	186
<b>Tabla 13</b> Estadísticos descriptivos para la covariable autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala Uso de la tecnología. _____	188
<b>Tabla 14</b> Media, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el tipo de andamiaje _____	191
<b>Tabla 15</b> Media, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el tipo de activador motivacional _____	192
<b>Tabla 16</b> Media, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el estilo cognitivo _____	192
<b>Tabla 17</b> Prueba de Box de igualdad de matrices de covarianzas _____	193
<b>Tabla 18</b> Prueba multivariante Lambda de Wilks para la verificación de la homogeneidad de los hiperplanos de regresión entre las variables independientes y las covariables. ____	194
<b>Tabla 19</b> Estadísticos descriptivos de las variables dependiente. _____	196
<b>Tabla 20</b> Estadísticos descriptivos para Logro de Aprendizaje _____	199
<b>Tabla 21</b> Estadísticos descriptivos de Autoeficacia académica. _____	202
<b>Tabla 22</b> Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Aprendizaje. _	205
<b>Tabla 23</b> Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Gestión de tiempo _____	207
<b>Tabla 24</b> Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Uso de tecnología _____	210

---

<b>Tabla 25</b> Estadísticos descriptivos Carga Cognitiva Intrínseca. _____	213
<b>Tabla 26</b> Estadísticos descriptivos de Carga cognitiva Intrínseca _____	215
<b>Tabla 27</b> Estadísticos descriptivos de Carga Cognitiva Germánica. _____	217
<b>Tabla 28</b> Resumen del test univariado MANCOVA. _____	219
<b>Tabla 29</b> Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Activadores Motivacionales _____	226
<b>Tabla 30</b> Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Estilo Cognitivo _____	229
<b>Tabla 31</b> Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje Vs Activador motivacional sobre la variable dependiente Logro final _____	231
<b>Tabla 32</b> Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje* Estilo cognitivo sobre la variable dependiente Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales, subescala aprendizaje. _____	233
<b>Tabla 33</b> Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje* Activador motivacional*Estilo cognitivo sobre la variable dependiente Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales, subescala aprendizaje. _____	236
<b>Tabla 34</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 1 _____	239
<b>Tabla 35</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 2 _____	240
<b>Tabla 36</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 3 _____	241
<b>Tabla 37</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 4 _____	243
<b>Tabla 38</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 5 _____	244
<b>Tabla 39</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 6 _____	246
<b>Tabla 40</b> Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 7 _____	247
<b>Tabla 41</b> Traza de Pillai _____	248
<b>Tabla 42</b> Resultados de prueba de esfericidad de Mauchly _____	249
<b>Tabla 43</b> Prueba intra-sujetos _____	250
<b>Tabla 44</b> Prueba de contraste inter sujetos logro y logro*Logro previo _____	251
<b>Tabla 45</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 1 _____	254
<b>Tabla 46</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 2 _____	255
<b>Tabla 47</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 3 _____	257
<b>Tabla 48</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 4 _____	259
<b>Tabla 49</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 5 _____	261

<b>Tabla 50</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 6 _____	263
<b>Tabla 51</b> Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 7 _____	265
<b>Tabla 52</b> Traza de Pillai para carga cognitiva _____	266
<b>Tabla 53</b> Prueba de esfericidad de Mauchly _____	268
<b>Tabla 54</b> Prueba de efecto intra sujetos _____	269
<b>Tabla 55</b> Prueba de contraste inter sujetos para carga cognitiva total. _____	271
<b>Tabla 56</b> Prueba de contraste inter sujetos para tipos de cargas cognitivas. _____	273
<b>Tabla 57</b> Interacción carga cognitiva*tipos de cargas cognitivas _____	276

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b> Test del marco y la varilla (RFT: Rod and Frame Test)	99
<b>Figura 2</b> Meta de aprendizaje	160
<b>Figura 3</b> Meta de desempeño	161
<b>Figura 4</b> Organiza tu plan	161
<b>Figura 5</b> Nivel de autoeficacia	162
<b>Figura 6</b> Validación de elecciones	163
<b>Figura 7</b> Partes de la interfaz	164
<b>Figura 8</b> Interfaz para selección de módulos de autoeficacia	166
<b>Figura 9</b> Interfaz de andamiaje por desvanecimiento a voluntad del estudiante	167
<b>Figura 10</b> Método de desvanecimiento a voluntad del aprendizaje	167
<b>Figura 11</b> Modelo del ambiente virtual de aprendizaje	169
<b>Figura 12</b> Procedimiento del estudio	171
<b>Figura 13.</b> Configuración de grupos de intervención	174
<b>Figura 14</b> Histograma y curva de distribución de los puntajes de la prueba EFT	177
<b>Figura 15</b> Histograma y curva de distribución del logro de aprendizaje previo	181
<b>Figura 16</b> Histograma y curva de distribución de la autoeficacia académica previa	183
<b>Figura 17</b> Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala aprendizaje	185
<b>Figura 18</b> Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala gestión del tiempo	187
<b>Figura 19</b> Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala uso de tecnología	189
<b>Figura 20</b> Gráfica comparativa entre logro de aprendizaje Previo y Final	200
<b>Figura 21</b> Gráfica comparativa entre Autoeficacia Académica Previa y Final.	203
<b>Figura 22</b> Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para aprendizaje previo y final.	206
<b>Figura 23</b> Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para Gestión del tiempo previa y final.	209
<b>Figura 24</b> Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para uso de la Tecnología previa y final.	211
<b>Figura 25</b> Efecto de la variable independiente Activador motivacional, sobre el logro de aprendizaje (a), autoeficacia académica (b), autoeficacia para aprendizaje en línea, subescala aprendizaje (c) y carga cognitiva germánica (d)	227

<b>Figura 26</b> Efecto de la variable independiente Estilo cognitivo, sobre la autoeficacia académica (a) y la carga cognitiva intrínseca (b)	229
<b>Figura 27</b> Interacción entre las variables Tipo de andamiaje y Activadores motivacionales sobre la variable dependiente Logro de aprendizaje.	232
<b>Figura 28</b> Efecto de la interacción entre las variables Tipo de andamiaje y estilo cognitivo sobre autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje.	234
<b>Figura 29</b> Efecto de la interacción entre las variables Tipo de andamiaje * Activador motivacional *Estilo cognitivo sobre autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje.	237
<b>Figura 30</b> Medias marginales de logro obtenido en cada una de las evaluaciones	252
<b>Figura 31</b> Medias marginales estimadas en carga cognitiva durante las cuatro unidades de estudio	271
<b>Figura 32</b> Medidas marginales estimadas en cada uno de los tres tipos de cargas cognitivas	274
<b>Figura 33</b> Medias marginales estimadas de la carga cognitiva total*los tipos de cargas cognitivas	277

## RESUMEN

---

El presente estudio hace parte de las investigaciones desarrolladas por el grupo COGNITEK, en el marco del énfasis: Sujetos y Escenarios de Aprendizaje del doctorado Interinstitucional en Educación, de la Universidad Pedagógica Nacional.

Este trabajo se realizó con el fin de obtener evidencia empírica sobre el efecto de andamiajes fijo y por desvanecimiento y activadores motivacionales variables e invariables, sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea y la carga cognitiva en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC, para ganar mayor comprensión sobre la forma en que se puede facilitar el logro del aprendizaje cuando los estudiantes interactúan con ambientes virtuales.

Para ello se diseñaron y desarrollaron cuatro versiones de ambiente de aprendizaje virtual, cada uno de los cuales resultó de la combinación de las variables independientes así: (1) Andamiaje fijo + Activadores motivacionales variables, (2) Andamiaje fijo + Activadores motivacionales invariables, (3) Andamiaje desvanecimiento a voluntad del estudiante + Activadores motivacionales variables y (4) Andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante + Activadores motivacionales invariables.

Posteriormente, estas cuatro versiones del ambiente de aprendizaje virtual fueron implementadas en cuatro grupos previamente conformados de grado décimo de una institución pública del municipio de Soacha (Cundinamarca).

La evaluación estadística de resultados fue realizada a través de un análisis MANCOVA factorial 2X2X2. Dentro de los múltiples resultados se destacan:

El desarrollo de ambientes de aprendizaje que presentaron baja carga cognitiva extrínseca y alta carga cognitiva germánica, según datos reportados por los estudiantes, lo que implica menor distracción y mayor producción de aprendizaje.

Desarrollo de un ambiente de aprendizaje que incluye andamiaje por desvanecimiento a voluntad del estudiante que equipara en efectividad a un andamiaje computacional fijo con relación al logro de aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva.

Se encontró que la combinación de experiencias de éxito, la gestión de la carga cognitiva y la adaptabilidad de los activadores motivacionales al estilo cognitivo de los estudiantes, permitió mejorar los resultados del logro de aprendizaje, la autoeficacia tanto académica como para aprendizaje en ambientes virtuales, subescala aprendizaje y la carga cognitiva en la subescala carga germánica en los estudiantes que intervinieron en el estudio, pero en especial en aquellos con tendencia a la sensibilidad al medio, al punto de igualar su desempeño con el de sus pares con tendencia a la independencia de campo.

La sensación de autorregulación dada por los andamiajes desvanecidos a voluntad del estudiantes, unida a la adaptabilidad de los activadores motivacionales variables permitieron a los estudiantes con tendencia a la independencia de campo aumentar sus creencias en las propias capacidades para aprender en ambientes virtuales de aprendizaje.

Estos y otros hallazgos registrados al interior de estas páginas permiten enriquecer el dominio de conocimiento con relación a la forma en que se puede contribuir a mejorar

los ambientes de aprendizaje virtuales, para que estudiantes con diferentes estilos cognitivos alcancen el logro del aprendizaje cuando interactúan con este tipo de ambientes de aprendizaje, situación que cobra gran importancia dado el tiempo de vertiginosa generación de conocimiento y de grandes incertidumbres.

## INTRODUCCIÓN

---

La presente propuesta de investigación se encuentra enmarcada dentro de los estudios adelantados por el grupo de investigación COGNITEK de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes a su vez hacen parte del énfasis Sujetos y Escenarios de Aprendizaje SEA, del doctorado Interinstitucional en Educación de la misma Universidad.

Entre otros campos de investigación, COGNITEK se ha interesado por el diseño, la construcción, la implementación y la validación de ambientes de aprendizaje basados en computador a partir de las dimensiones cognitivas, metacognitivas, motivacionales y conductuales en diferentes dominios del conocimiento y con diferentes poblaciones, con el fin de contribuir al logro del aprendizaje. En este campo ha obtenido prometedores resultados en la medida en que los hallazgos muestra haber eliminado las diferencias individuales en el logro del aprendizaje de estudiantes con diferentes estilos cognitivos además de haber favorecido el desarrollo de habilidades de autorregulación de aprendizaje (Hederich-Martínez et al., 2016, 2018a, 2018b; Huertas-Bustos et al., 2018; López-Vargas et al., 2012a, 2017, 2018, 2020, 2022; López-Vargas, Ibáñez-Ibáñez, et al., 2014; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2016).

Los resultados de los trabajos adelantados por el grupo de investigación COGNITEK, sin duda han aportado de gran manera al conocimiento en este campo. En este orden de ideas la presente propuesta de investigación busca continuar aportando evidencia

empírica que contribuya a la construcción de conocimiento con relación al diseño de ambientes de aprendizaje basados en computador a partir de dos constructos: la carga cognitiva y la autoeficacia, organizados de forma sistemática e intencional en ayudas pedagógicas fijas y de desvanecimiento a voluntad del estudiante.

En efecto, los ambientes de aprendizaje virtuales pueden causar desorientación debido a la gran variedad de recursos educativos disponibles y las múltiples formas de acceder a él. En tal sentido, la carga cognitiva resulta ser un factor determinante para el logro del aprendizaje, por cuanto permite mejora el procesamiento de información a través de la elección y organización del material de estudio al interior de ambiente virtual (Andrade-Lotero, 2012; Cheon et al., 2014; López-Vargas et al., 2017). De esta manera facilita que el estudiante se focalice en los elementos relevantes contribuyendo así, a alcanzar el logro del aprendizaje (Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

En cuanto al segundo constructo llamado autoeficacia, múltiples investigaciones indican que está directamente relacionada con el logro del aprendizaje (López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Millonado-Valdez & Datu, 2023; Valencia-Vallejo et al., 2018; Yavuzalp & Bahcivan, 2020; Zimmerman, 2017). En tal sentido el aprendizaje a través de ambientes virtuales puede representar para algunos estudiantes un verdadero reto por cuanto no cuentan con el apoyo directo de un profesor o compañeros que lo orienten y motiven en su proceso (López-Vargas et al., 2022), es allí donde la autoeficacia resulta beneficiosa por cuanto activa el esfuerzo y la persistencia en situaciones que pueden resultar desafiantes (Bandura, 1999).

Finalmente, el presente estudio tiene interés en indagar el efecto del tipo de andamiaje (fijo o de desvanecimiento a voluntad del estudiante) sobre la carga cognitiva, la autoeficacia y el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC.

Para abordar el informe de investigación, el presente documento ha sido dividido en ocho capítulos: El primer capítulo aborda los aspectos generales de la investigación: la justificación, las preguntas de investigación, los objetivos, algunos aspectos metodológicos y los alcances y las limitaciones.

Los capítulos dos, tres, cuatro y cinco, abordan los referentes teóricos fundamentales que sirvieron como pilares al presente estudio: Carga cognitiva, autoeficacia, estilo cognitivo en la dimensión dependencia – independencia de campo y andamiajes computacionales, su estructura teórica y estudios relacionados con ambientes virtuales de aprendizaje.

En el sexto capítulo se expone la metodología con la que fue abordada la temática de investigación: diseño de la investigación, la descripción del ambiente de aprendizaje y el procedimiento.

El séptimo capítulo presenta los resultados, este apartado está compuesto por dos grandes partes: las condiciones iniciales y los efectos del programa sobre las variables dependientes.

Finalmente el octavo capítulo presenta la discusión de los resultados y las proyecciones organizados en tres partes: Efecto del ambiente de aprendizaje virtual, respuestas a las preguntas de investigación y proyecciones para estudios futuros.

## CAPÍTULO 1. EL ESTUDIO

---

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, diversas instituciones educativas fomentan el uso de escenarios de aprendizaje a través de la Internet. De hecho, existen programas completos de estudio disponibles en línea a través de los cuales los estudiantes pueden tener acceso permanente al material de estudio de forma ilimitada y sin restricción de ubicación y espacio. De estos contenidos pueden hacer uso las 24 horas del día durante los 7 días de la semana para facilitar, de esta forma las interacciones con los orientadores de los procesos de aprendizaje y con sus compañeros de estudio (Hederich-Martínez, 2015). Este hecho promueve la constante inscripción de estudiantes a los cursos en línea, aumentando de esta manera la cobertura educativa, tanto a nivel nacional como internacional al brindar ventajas al estudiante como el fácil acceso, la disponibilidad y la flexibilidad (Garrison & Anderson, 2003; Prineas et al., 2011).

Con el desarrollo de las tecnologías digitales el diseño e implementación de cursos en línea, se vuelve más complejo y sofisticado para proporcionar mayores recursos tanto a los docentes como a los diseñadores de ambientes computacionales, máxime cuando las tecnologías móviles se están incluyendo en el proceso educativo. De esta forma, los escenarios digitales son más amigables y flexibles para el aprendiz. Estas herramientas se constituyen para el docente en una oportunidad para apoyar de manera sistemática, el proceso de aprendizaje ya sea de forma sincrónica o asincrónica. En este orden de ideas,

los entornos de aprendizaje digitales se constituyen en una promesa para la comunidad académica, en la medida en que han generado una nueva dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje que vislumbra un escenario más equitativo al respetar las diferencias individuales (Hederich-Martínez, 2015; Zhu et al., 2011).

Con relación a los estudiantes que participan en estos entornos de aprendizaje, es evidente que están dispuestos a asumir el reto de aprender de manera aislada, sin el apoyo directo del profesor o sus compañeros de clase. En este sentido, asumen mayor responsabilidad, son capaces de planificar y ejecutar de forma sistemática sus propias actividades de aprendizaje, de igual forma, colaborar con otros aprendices en el desarrollo de las tareas y complemento de la información requerida para cumplir la meta de aprendizaje. En consecuencia, son capaces de construir su propio conocimiento (Hrastinski, 2008; López-Vargas et al., 2020; Mui, 2016; Schellens & Valcke, 2005; Triana-Vera & López-Vargas, 2023). Así, los ambientes de aprendizaje mediados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- van mucho más allá de una entrega eficaz de contenidos o actividades (Garrison & Anderson, 2003; Mui, 2016; Prineas et al., 2011).

Por otro lado, se afirma que los ambientes digitales están en capacidad de ofrecer formas eficaces para procesar y organizar información de manera diferencial, lo que muestra un gran potencial para la interacción y construcción de conocimiento por parte de los estudiantes. Además, se adaptan a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, ya que permiten la selección de diferentes rutas de navegación. Estos escenarios poseen un diseño hipermedia, el cual está compuesto por nodos de

información que se encuentran interconectados unos con otros, asemejándose así a una red neuronal. La configuración de estos ambientes permite que el estudiante asuma un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje y en esta medida, lograr experiencias de aprendizaje más exitosas y motivantes (Garrison & Anderson, 2003; Hrastinski, 2008; Mui, 2016).

Sin embargo, algunos estudios indican que existe poca evidencia empírica que apoyen estas expectativas, ya que en algunos casos los estudiantes no consiguen los aprendizajes deseados y no todos se benefician de forma equitativa de estos ambientes (Alomyan, 2004; Beserra et al., 2014; López-Vargas et al., 2012b, 2017a; López-Vargas & Triana-Vera, 2013). Algunos estudios explican que el nivel de logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes al interactuar con ambientes computacionales, pueden estar relacionada directamente con la carga cognitiva, la autoeficacia y el estilo cognitivo del estudiante.

Con relación a la *Carga Cognitiva*, en el contexto de los ambientes de aprendizaje virtual, algunas investigaciones han mostrado que las características en el diseño de los ambientes computacionales pueden favorecer o limitar el proceso de aprendizaje. Así, el esfuerzo mental que emplea un sujeto cuando desarrolla una tarea de aprendizaje puede verse afectado de forma negativa, si la organización de la información presentada sobrecarga los escasos recursos de la memoria de trabajo, limitando, la construcción de conocimiento (Andrade-Lotero, 2012; Artino, 2008; Colvin & Mayer, 2011; López-Vargas et al., 2017; Mayer, 2010; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019; Sweller et al., 2008).

Algunos estudios han mostrado que el uso excesivo de múltiples fuentes de información en los ambientes de aprendizaje computacionales para explicar el mismo concepto puede causar problemas potenciales en el proceso de aprendizaje, ya que se requerirá un mayor esfuerzo cognitivo en la medida en que a los sujetos se les puede dificultar la selección de información relevante y el descarte de la información repetida a la hora de organizar y categorizar los nuevos conceptos, afectando de manera negativa la creación de nuevas estructuras cognitivas y por consiguiente dificultando los procesos de un aprendizaje exitoso (Andrade-Lotero, 2012; Chang & Yang, 2010; Colvin & Mayer, 2011).

En este ámbito de investigación, los estudios señalan que cuando un ambiente de aprendizaje computarizado presenta de forma simultánea diferentes formatos de información desarticulados, puede generar procesos de atención dividida y por tanto dificultar la estructuración de conocimiento. Así, un nodo de información que combine de manera desarticulada material textual, recursos auditivos o de video y el control que el usuario pueda tener sobre su manejo, puede causar problemas de atención y aumentar el esfuerzo mental de los aprendices, pues los materiales de estudio competirían entre ellos, dificultando así el proceso de construcción del conocimiento (Andrade-Lotero, 2012; Chen & Wu, 2015; Colvin & Mayer, 2011; López-Vargas et al., 2017).

Así, la disposición y naturaleza de los diferentes formatos de información que contiene un ambiente virtual de aprendizaje, deberían reducir la carga cognitiva del estudiante y en esta medida, hacer un uso eficiente de los recursos de memoria de trabajo, de tal manera que el aprendiz logre prestar atención a los aspectos realmente

importantes para la formación de esquemas mentales favoreciendo el aprendizaje (Andrade-Lotero, 2012; Park et al., 2011).

En este orden de ideas, la *Carga Cognitiva* se constituye en una variable importante que se debe tener en cuenta en el diseño e implementación de ambientes virtuales de aprendizaje y puede explicar en parte el bajo logro del aprendizaje en algunos estudiantes cuando interactúan con ambientes computacionales (Antonenko & Niederhauser, 2010; Chen & Wu, 2015; Mayer, 2010).

Otro factor que tiene influencia sobre el logro del aprendizaje cuando se interactúa con ambientes computacionales lo constituyen las creencias que los estudiantes pueden tener acerca del resultado que obtendrán al emprender la tarea de aprendizaje (López-Vargas et al., 2012a, 2020, 2022; López-Vargas, Sanabria-Rodríguez, et al., 2014; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Triana-Vera, 2012; Valencia-Vallejo et al., 2018). En efecto, las investigaciones muestran que si un estudiante confía en sus capacidades para aprender a través de ambientes mediados por TIC, probablemente emprenderá y mantendrá las acciones necesarias para lograrlo, en tanto que si el aprendiz tiene dudas, eventualmente no se comprometerá de manera decidida y en consecuencia difícilmente alcanzará el logro de aprendizaje.

En efecto, las creencias sobre las propias capacidades sitúan en el escenario del aprendizaje tres comportamientos observables: mayor esfuerzo (Puzziferro, 2008; Usher & Pajares, 2008; Valencia-Vallejo et al., 2018), mayor persistencia (Bouffard-Bouchard, 1990; Gerhardt & Brown, 2006; Moos & Azevedo, 2009; Multon et al., 1991; Pajares & Miller David, 1995) y mejor adaptabilidad de los procesos cognitivos (Schunk, 1990)

convirtiéndose así a este constructo en una variable de gran utilidad cuando se está aprendiendo y lo ubica como uno de los mejores predictores del logro del aprendizaje aun por encima de la tenencia de la habilidad y el dominio del conocimiento (Calderín & Csoban, 2010; Gerhardt & Brown, 2006; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; López-Vargas & Valencia-Vallejo, 2012; Valencia-Vallejo, 2017).

Al respecto, Valencia-Vallejo (2017) indica que en este contexto se han tipificado cuatro líneas de estudio: autoeficacia computacional (Compeau & Higgins, 1995; Murphy et al., 1989), autoeficacia en el uso de internet (Joo et al., 2000), autoeficacia para la participación y el desempeño de cursos en línea (Joo et al., 2000) y autoeficacia académica (Zimmerman, 1995; Schunk & Zimmerman, 1994) todas ellas importantes cuando se aprende a través de ambientes mediados por TIC. En este sentido los estudios indican que un alto sentido de autoeficacia en el manejo de equipos de cómputo facilita el logro del aprendizaje cuando se interactúa en AABC (Compeau & Higgins, 1995; Murphy et al., 1989; Valencia-Vallejo, 2017), en contraste la falta de ella no permite que el aprendiz opere con confianza equipos computacionales, lo que lo hará dudar de su proceder a la hora de interactuar con el ambiente hipermedial obstaculizando el aprovechamiento de los recursos disponibles en el Ambiente virtual de aprendizaje y convirtiéndose más que en una ayuda, en un obstáculo para alcanzar el logro del aprendizaje.

Así mismo, aprendices con alto nivel de autoeficacia en actividades relacionadas con el uso del internet se sentirán más confiados para realizar por ejemplo, búsquedas eficientes y eficaces a través de la red y para construir conocimiento a partir de lo hallado (Tsai & Tsai, 2003; Valencia-Vallejo, 2017). Por su parte, aprendices con bajas creencias en

este aspecto, tardarán más tiempo y tendrán mayor dificultad para encontrar material relevante para su proceso de aprendizaje.

Por otro lado, se ha observado que los aprendices que se perciben confiados para participar y desempeñarse adecuadamente en cursos en línea, se sienten más motivados y perciben mayor satisfacción personal (Chen et al., 2014; Valencia-Vallejo, 2017; Yukselturk & Bulut, 2007; Zimmerman & Kulikowich, 2016), en tanto que estudiantes con poca confianza en sus propias capacidades se sentirán desmotivados y difícilmente tomarán la decisión de emprender la tarea de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje.

De esta manera, la autoeficacia probablemente se convierte, en un factor determinante y uno de los mayores predictores del éxito académico de los estudiantes que aprenden a través de ambientes virtuales (López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Triana-Vera & López-Vargas, 2023; Valencia-Vallejo, 2017; Wang & Newlin, 2002; Zimmerman & Kulikowich, 2016). La falta de autoeficacia podría explicar en parte el bajo rendimiento académico de algunos estudiantes cuando aprenden a través de los mismos medios.

Finalmente, los estudios muestran que el estilo cognitivo está asociado con el uso eficaz y eficiente de los ambientes computacionales (Alomyan, 2004; Chen & Macredie, 2002; López-Vargas et al., 2012b; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Niño-Ramos, 2019; Nozari & Siamian, 2015; Valencia-Vallejo, 2017). Por ejemplo, en la dimensión Dependencia-Independencia de Campo (DIC), los resultados indican que los sujetos independientes de campo alcanzan más fácilmente el logro del aprendizaje que sus compañeros sensibles al medio (Alomyan, 2004; Chen & Macredie, 2002; López-Vargas,

Sanabria-Rodríguez, et al., 2014; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Tinajero et al., 2011; Triana-Vera, 2012; Valencia-Vallejo, 2017).

Efectivamente, los resultados de las investigaciones muestran que los estudiantes independientes de campo se orientan de manera interna, razón por la cual tienen mayor capacidad para asumir el control de su proceso de aprendizaje cuando interactúan con ambientes de aprendizaje virtuales sin depender de otras personas. Además gracias a su pensamiento lógico les es más fácil la reestructuración cognitiva que les permite descomponer la información en diferentes partes para posteriormente clasificarla, organizarla y reestructurarla dependiendo de la necesidad (López-Vargas et al., 2011; Huertas-Bustos, 2016; Chen y Macredie, 2002 Valencia-Vallejo, 2017). Así, se les facilita explorar libremente la plataforma de estudio de forma no lineal, sin desorientarse, aprovechando de forma eficiente las estrategias pedagógicas y los recursos disponibles en el ambiente virtual de aprendizaje (Alomyan, 2017; Chen & Macredie, 2002; Chou, 2001; Hederich-Martínez et al., 2018a; López-Vargas, 2008).

Por otro lado, los estudiantes sensibles al medio tienden a procesar la información de forma global, lo que les dificulta la reestructuración cognitiva. Como resultado, pueden perderse al navegar a través de los nodos en el ambiente virtual de aprendizaje (Huertas-Bustos, 2016; Valencia-Vallejo, 2017). Se orientan por elementos externos, así prestan atención a los elementos más sobresalientes en el entorno de aprendizaje aun con poca relevancia para la tarea de aprendizaje, necesitan de apoyo externo por esta razón prefieren aprender en compañía y que el control de aprendizaje sea ejercido ya sea por el programa computacional o por un agente externo. En consecuencia, se inclinan por

ambientes virtuales de aprendizaje con navegación guiada y lineal que posea una señalización clara de tal manera que les permita identificar su ubicación al interior de la plataforma y que les indique la dirección en la cual continuar (Valencia-Vallejo 2017).

Como se puede observar el estilo cognitivo en la dimensión DIC es un factor de gran influencia sobre el logro del aprendizaje cuando estudiantes aprenden a través de ambientes virtuales de aprendizaje (Alomyan, 2004; Angeli, 2013; Chen & Macredie, 2002; López-Vargas, 2008; Triana-Vera, 2012; Valencia-Vallejo, 2017). Así, probablemente es más difícil para los estudiantes sensibles al medio alcanzar el logro del aprendizaje cuando interactúan con ambiente de aprendizaje virtuales debido a sus características estilísticas, evidenciando de esta manera que este tipo de ambientes de estudio privilegian a los estudiantes independientes de campo sobre los sensibles al medio (Weller et al., 1995).

Lo anterior podría dar cuenta del por qué de las diferencias del logro de aprendizaje obtenido por personas pertenecientes a diferentes estilos cognitivos cuando aprenden con ambientes virtuales de aprendizaje (López-Vargas et al., 2011, 2012a) y por tanto es una variable que debe ser tenida cuando se diseñan dichos ambientes.

Siguiendo esta línea de discusión, múltiples investigaciones han sugerido una posible relación entre la autoeficacia y el estilo cognitivo (López-Vargas et al., 2012b; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Teng & Ying, 2023; Valencia-Vallejo et al., 2019). Estos trabajos plantean la hipótesis de que los estudiantes sensibles al medio podrían mostrar bajos niveles de autoeficacia en comparación con sus compañeros independientes de campo y por consiguiente, diferencia en el logro de aprendizaje cuando interactúan con ambientes de aprendizaje hipermediales.

Los resultados indican que dadas las características estilísticas de los estudiantes independientes de campo relacionadas con la reestructuración del conocimiento y preferencia de trabajo en solitario para el aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje; al parecer poseen una alta confianza en sus capacidades para alcanzar el logro de aprendizaje cuando interactúan con ambientes hipermediales, debido a que tienden a orientarse por referentes internos. Por su parte, los estudiantes sensibles al medio se orientan por referentes externos, por lo que posiblemente su autoeficacia tiende a ser más baja comparada con sus compañeros independientes de campo en el mismo contexto de aprendizaje (Bartomeus, 2003; López-Vargas et al., 2012b; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Niño-Ramos, 2019; Triana-Vera, 2012; Valencia-Vallejo et al., 2018).

Buscando contrarrestar esta posible relación, se han diseñado entre otros, andamios computacionales de tipo motivacional que se basan en términos generales en brindar experiencias de éxito, primera fuente de autoeficacia (Alqurashi, 2016; Bandura, 1999); mensajes de realimentación que atribuyen el éxito al esfuerzo sostenido y a la persistencia que a su vez buscan ser referentes internos para que el estudiante comprenda que tiene el control sobre el proceso de aprendizaje (Triana-Vera, 2012; Valencia-Vallejo, 2017; Valencia-Vallejo et al., 2019); a la orientación al logro de objetivos, mediante la autoimposición de metas y su atención constante (López-Vargas, Ibáñez-Ibáñez, et al., 2014; López-Vargas, Sanabria-Rodríguez, et al., 2014; Sins et al., 2008) y la evaluación de eficacia de las estrategia usadas a través del automonitoreo entre otros procesos motivacionales(López-Vargas et al., 2012b; López-Vargas & Triana-Vera, 2013;

López-Vargas & Valencia-Vallejo, 2012), con el ánimo de aumentar la autoeficacia en los estudiantes especialmente los sensibles al medio y así tratar de equiparar el desempeño de los estudiantes sensibles al medio con los independientes de campo cuando se aprende a través de ambientes mediados por computador.

Algunos resultados son alentadores, en efecto, los trabajos adelantados por López-Vargas y Triana-Vera (2013) y por Valencia-Vallejo y López-Vargas (2016) muestran que efectivamente el uso de andamiajes computacionales fijos de tipo motivacional influenció en el aumento de la autoeficacia y por ende del logro del aprendizaje de estudiantes de diferentes estilos cognitivos cuando interactuaron en un ambiente hipermedial; sin embargo, a pesar de realizar precisiones sobre la manera en que se deben diseñar e implementar ambientes virtuales de aprendizaje para que estudiantes de diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC alcancen el logro del aprendizaje quedan elementos por resolver, por ejemplo, aunque los andamiajes contribuyeron al aumento de la autoeficacia y del logro del aprendizaje siguen siendo una solución imperfecta frente a las necesidades de los usuarios de los ambientes virtuales de aprendizaje, pues al ser homogéneos y fijos no atienden a la recomendación realizada por diferentes estudios acerca de brindar el apoyo diferenciado que los aprendices requieren dadas sus características personales (Belland, 2017; López-Vargas et al., 2012b).

Al respecto, se hace necesario que el andamio tenga cierta adaptabilidad determinada por las diferencias individuales (Azevedo et al., 2011; Belland, 2017; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010; Moos & Azevedo, 2009). En este sentido, si los andamiajes pudieran ofrecer atención personalizada por ejemplo, en cuanto al estilo

cognitivo en la dimensión DIC y a los niveles de autoeficacia en el dominio del conocimiento y el uso del computador, podrían ofrecer un soporte diferenciado ajustado a las necesidades de los aprendices.

De otro lado, en este ámbito de investigación, no existen resultados concluyentes en cuanto al tipo de andamiaje que debe usarse en un escenario computacional para favorecer el logro del aprendizaje. Al respecto algunos estudios indican que los andamiajes fijos en los que el apoyo es constante en el tiempo favorecieron el logro del aprendizaje, en contraste, otros estudios mostraron que no hubo diferencia significativa.

De igual manera no existe acuerdo entre los estudios que indagan sobre el uso de andamiajes dinámicos en los que los apoyos se van retirando, comparados con los fijos en los que los apoyos permanecen durante todo el proceso. Por un lado existen estudios que señalan que el empleo de andamiajes fijos versus andamios dinámicos no producen diferencias significativa en cuanto al logro del aprendizaje (McNeill, Lizotte, Krajcik y Marx, 2006; Wu, Pedersen, 2010), otros estudios señalan que el uso de andamios dinámicos con relación a los fijos lo favorece (Belland, 2017; Jackson y Krajcik, 2006; McNeill et al., 2006; Wecker, Kollar, Fischer & Prechtl's, 2010) y finalmente existe evidencia empírica que señala ventaja del andamio fijo sobre el dinámico, puesto que el aprendizaje se afecta cuando se retiran los apoyos (Lee and Songer, 2004). En consecuencia, no hay consenso en la comunidad académica sobre este tema, lo que hace necesario profundizar en el uso eficaz y eficiente de los andamiajes en los ambientes computacionales.

Al respecto, Cagiltay (2006) y Jackson y colaboradores (1998) proponen otorgar al estudiante la posibilidad de decidir si necesita o prescinde de los apoyos ofrecidos por el

andamio del ambiente computacional, con forme al automonitoreo de sus necesidades, pues puede ocurrir que en un momento dado ya sea por aumento del dominio del conocimiento o por adquisición de propiedad en el manejo del ambiente computacional, dichos apoyos pudieran aumentar la carga extrínseca y en consecuencia convertirse en un obstáculo para el proceso de aprendizaje (Colvin & Mayer, 2011).

En este sentido, poco se ha explorado acerca de la posible relación entre andamiajes computacionales y carga cognitiva. En efecto podría pensarse que al ser los andamiajes estrategias instruccionales probablemente conseguirían afectar la carga cognitiva. En efecto, los resultados de algunas investigaciones no son concluyentes, así por ejemplo estudios adelantados por López-Vargas y colaboradores (2017) encontraron diferencias significativas en la carga cognitiva a favor de estudiantes que emplearon un andamiaje metacognitivo más adelante, Solórzano-Restrepo y López-Vargas (2019) indicaron que el andamiaje no causó efectos significativos sobre la carga cognitiva germánica(Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

En este ámbito de investigación es necesario que se continúe analizando la eficacia y eficiencia de los andamiajes con base en la teoría de la carga cognitiva y su posible asociación con la autoeficacia en estudiantes de diferente estilo cognitivo, lo cual permitiría a los diseñadores de software educativo tener más elementos de juicio a la hora de implementar escenarios de aprendizaje computacional que respeten las diferencias individuales.

Frente al panorama aquí descrito se plantean las siguientes preguntas de investigación

## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es el efecto de un andamiaje computacional fijo frente a otro de desvanecimiento a cargo del estudiante integrados en un ambiente virtual de aprendizaje, sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para aprendizaje en línea y la carga cognitiva?
2. ¿Existen diferencias significativas en el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes con diferentes estilos cognitivos interactúan con un ambiente de aprendizaje virtual sobre contenidos en electrónica, que contiene activadores motivacionales variables frente a un ambiente de aprendizaje virtual que integra activadores motivacionales invariables?
3. ¿Existen alguna influencia del estilo cognitivo cuando estudiantes aprenden en ambientes virtuales sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva?
4. ¿Existe algún tipo de interacción entre andamiajes fijos y de desvanecimiento a voluntad del estudiante con la implementación de activadores motivacionales variables e invariables sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes interactúan con un ambiente de aprendizaje virtual sobre contenidos de electrónica?
5. ¿Existe algún tipo de interacción entre tipos de andamiaje (fijo y por desvanecimiento a voluntad del estudiante) y estilo cognitivo (con tendencia a la

sensibilidad al medio e independencia de campo) sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes aprenden a través de ambientes virtuales?

6. ¿Existe algún tipo de interacción entre activadores motivacionales variables e invariables con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio e independencia de campo con relación al logro de aprendizaje, autoeficacia académica, autoeficacia para aprendizaje en ambientes en línea y carga cognitiva cuando estudiantes interactúan con ambientes virtuales de aprendizaje?
7. ¿Existen interacciones entre tipo de andamiaje, fijo y por desvanecimiento a voluntad del estudiante, los activadores motivacionales variables e invariables y el estilo cognitivo en la dimensión DIC respecto del logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva?
8. ¿Qué comportamiento presentaron el logro académico y la carga cognitiva a través del tiempo al interactuar con el ambiente virtual de aprendizaje?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Examinar el efecto de un andamiaje motivacional con dos valores fijos y desvanecimiento a voluntad del estudiante y con activadores motivacionales variables e invariables sobre el logro de aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC.

### **Objetivos Específicos.**

- Evaluar el efecto sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva de un andamiaje computacional con dos valores fijo y por desvanecimiento.
- Determinar la influencia de activadores motivacionales variables e invariables incluidos en un ambiente de aprendizaje virtual sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva.
- Establecer diferencias significativas entre el logro del aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva en estudiantes de diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC cuando interactúan con un ambiente de aprendizaje multimedial.
- Identificar posibles relaciones entre andamiajes fijos y por desvanecimiento a voluntad del estudiante, activadores motivacionales variables e invariables y estilo cognitivo sobre logro de aprendizaje, autoeficacia y carga cognitiva en estudiantes que interactúan con un ambiente de aprendizaje virtual.
- Diseñar y validar un ambiente de aprendizaje multimedial que integre un andamiaje motivacional basado en autoeficacia con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables e invariables para favorecer el logro del aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC.

### **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados, el presente estudio emplea un diseño factorial 2X2X2: *Tipo de andamiaje*: fijos y por desvanecimiento a voluntad del estudiante, *activadores motivacionales*: variables e

invariables y *estilo cognitivo en la dimensión DIC*: tendencia a la sensibilidad al medio y tendencia a la independencia de campo.

En este sentido, se trabajaron cuatro condiciones experimentales principales: andamiaje fijo y activadores motivacionales variables, andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables, andamiaje por desvanecimiento y activadores motivacionales variables y andamiaje por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables. En cada una de estas condiciones experimentales se tuvo en cuenta el estilo cognitivo con dos valores: tendencia a la sensibilidad al medio y tendencia a la independencia de campo para un total de 8 grupos de estudio.

En cuanto a la metodología, se utilizó un diseño cuasiexperimental en el que participaron 145 estudiantes, incluyendo 64 hombres, 80 mujeres y 1 participante que se registró como otro. La edad promedio de los participantes fue de 15.68 años. Los estudiantes pertenecían a cuatro grupos preexistentes que estaban cursando grado décimo en una institución educativa oficial ubicada en el municipio de Soacha departamento de Cundinamarca, Colombia.

Tras lo anterior, el presente estudio consideró como variables independientes: *tipos de andamiajes* con sus dos niveles correspondientes, *activadores motivacionales* con los dos niveles anteriormente mencionados y *estilo cognitivo* con sus dos valores asociados.

La experimentación se llevó a cabo en uno de los salones de electrónica de la institución educativa. Durante las clases de electrónica los estudiantes trabajaron de

forma individual con un computador equipado con audífonos para escuchar los videos incluidos en el ambiente virtual y un kit de electrónica con el que podían completar lo aprendido en el ambiente virtual de aprendizaje. La docente acompañaba a los estudiantes asumiendo el rol de observador y como auxiliar en caso de dudas en su mayoría relacionadas con acceso a la plataforma. La experimentación se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2022 y duró aproximadamente cinco meses en los cuales se desarrollaron siete unidades de estudio.

Antes de la intervención fue administrada la prueba de figuras enmascaradas EFT para determinar el estilo cognitivo de los estudiantes. Las autoeficacias académica y para aprendizaje en ambientes en línea fueron estimadas antes y después de la experimentación, la primera medición fue aprovechada como covariables y la segunda para verificar el efecto del ambiente virtual de aprendizaje.

En cuanto al logro de aprendizaje, la medición previa fue tomada a partir de los resultado de una evaluación diagnóstica externa y el valor final fue el producto del promedio de siete evaluaciones realizadas por los estudiantes, una luego de cada unidad de estudio durante el tiempo de experimentación.

Con relación a la carga cognitiva se realizaron mediciones inmediatamente después de terminar cada una de las siete unidades de estudio, con el fin de determinar el efecto de la intervención sobre este factor. En este sentido esta variable no presenta covariable, por cuanto mide el esfuerzo cognitivo con relación a una tarea, la cual solo existe en el experimento al interactuar con el ambiente virtual de aprendizaje.

La evaluación estadística fue realizada a través de un análisis de varianza factorial multivariante MANCOVA. La metodología puede consultarse de manera detallada en el capítulo 6 del presente documento.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Los alcances**

El presente estudio examinó el efecto que tuvieron activadores motivacionales variables e invariables y andamiajes fijos y por desvanecimiento a voluntad del estudiante sobre el logro de aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva en estudiantes que interactúan en un ambiente computacional sobre contenidos de electrónica.

Algunos de los alcances más significativos del presente estudio doctoral son:

Se logró un diseño de andamiaje por desvanecimiento a voluntad del estudiante que se equipara con el apoyo prestado por un andamiaje fijo para alcanzar el logro del aprendizaje, mejorar la autoeficacia académica y para el aprendizaje en ambientes virtuales sin la posible saturación cognitiva que podría representar la tarea de desvanecimiento del andamiaje computacional al tener que evaluar la necesidad o no de los apoyos a utilizar.

Se diseñó todo un ecosistema motivacional cuya bandera principal estuvo constituida por las experiencias de éxito, primera y más fuerte fuente de autoeficacia, acompañado de un diseño instruccional que propende por la disminución de la carga cognitiva extrínseca, buscando favorecer la carga cognitiva germánica y así facilitar los procesos de construcción de aprendizaje a partir de las recomendaciones dadas por Colvin

y Mayer (2011). Finalmente y como elemento de especial relevancia se incorporaron los activadores motivacionales variables adaptados a la estilística de los estudiantes.

En efecto, los activadores motivacionales variables posiblemente constituyeron la diferencia en cuanto al logro de aprendizaje, la autoeficacia académica final, la autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje y la carga cognitiva en la subescala carga germánica.

En este sentido, el presente estudio doctoral aporta valiosos conocimientos al ámbito del diseño de ambientes virtuales. Al respecto es importante indicar que los tiempos recientes han mostrado que se vive un momento histórico especial no solo por la generación vertiginosa de nuevo conocimiento, sino también por la incertidumbre, de esta manera se hace cada vez más imperativo aprender de forma independiente a través de entornos digitales, cobrando gran importancia el desarrollo de estrategias que contribuyan al mejoramiento del logro de aprendizaje.

#### **Las limitaciones.**

Estudios posteriores deberían considerar ampliar el número de participantes, así se podría brindar mayor precisión y generalización a los resultados al igual que podría ayudar a determinar diferencias más sutiles entre los grupos que comprenden el estudio y que posiblemente no pudieron ser determinadas en la presente investigación.

El uso de herramientas de auto reporte pudo no haber detectado otras diferencias sobre todo relacionadas con las cargas cognitivas dada sus características, por ejemplo el sesgo de las respuestas debidas a la subjetividad, la memoria y la falta de sinceridad,

posiblemente influenciada por la cultura o el contexto social en el que está inmersa la población en estudio.

De otro lado, se debe prever que el software desarrollado funcione en teléfonos móviles y en equipos que no tengan requerimientos exigentes de hardware, pues la mayoría de los colegios públicos cuentan con equipos de cómputo de gama baja, de igual manera se debe considerar que el software no requiera un ancho de banda muy alto para comunicarse con bases de datos instaladas en la nube.

En este sentido, los resultados sugieren la importancia de seguir indagando sobre factores que sirvan como espoleta cuando se aprende en ambientes virtuales de aprendizaje con andamiajes por desvanecimiento a cargo del estudiante, dado que dichos andamiajes pueden ayudar al estudiante a desarrollar habilidades y estrategias de aprendizaje efectivas de manera gradual y autónoma de tal forma que sean transferibles a diferentes contextos y situaciones de aprendizaje.

Con relación al ambiente de aprendizaje virtual sería interesante que los apoyos motivacionales fueran auditivos y que los estudiantes pudieran escoger las voces que les indicarían los mensajes, también podrían estar acompañados por memes que podrían hacer que el estudiante estuviera más a gusto con el ambiente virtual.

Es importante incluir una buena cantidad y variedad de activadores, de tal manera que no se repitan con mucha periodicidad con el fin de hacer que el estudiante no perciba fácilmente la programación del mensaje, también se pueden incluir ovaciones y aplausos.

Los estudios futuros podrían considera implementar un nuevo módulo que permita al estudiante jugar en línea con otros estudiantes resolviendo la actividades dispuestas en el ambiente, para ello habría que implementar una forma de comunicación entre los participantes, incluir mensajes y música que incentive la competencia, permitir a cada estudiante escoger un avatar y un nombre, la plataforma podría realimentar al estudiante sobre su puesto en la competencia durante el juego, las respuestas correctas, e implementar un pódium al finalizar la actividad, además de generar un informe sobre el desempeño del grupo y de cada participante de la actividad.

Podría también incluirse un módulo de interacción y comunicación cuyo objetivo sería permitir al estudiante comunicarse con otros compañero y con el profesor a través de pizarras y chats compartidos en los que se pudieran discutir material del ambiente virtual y recomendar otros materiales de la web.

En el futuro se podría implementar realidad aumentada que permita probar el circuito a manera de simulador antes de implementarlo con elementos reales.

También sería bueno implementar módulos capaces de ayudar a administrar el tiempo, horarios de estudio (pomodoro), plazos de entrega, etc., con el fin de ayudar a mantener la disciplina necesaria para avanzar en el proceso.

Sería muy interesante realizar un software que pudiera adaptarse a diferentes disciplinas dl conocimiento y que aprovechar el modelo pedagógico aquí presentado.

Finalmente, es importante señalar que los resultados de este estudio no son concluyentes y es necesario seguir indagando sobre este efecto en otras poblaciones con otros niveles socioeconómicos y en diferentes grados de escolaridad.

## CAPÍTULO 2. CARGA COGNITIVA

---

La carga cognitiva es un concepto perteneciente a la teoría del procesamiento de información, su principal objetivo es contribuir al diseño instruccional. Se ha desarrollado considerando los conocimientos sobre la arquitectura humana y se ha definido desde dos perspectivas: la del sujeto y la del material de aprendizaje (Kotova, 2021; Sweller et al., 2008; Zheng, 2009).

Desde la perspectiva del *sujeto*, la carga cognitiva se refiere al esfuerzo mental consciente que una persona realiza durante una actividad de aprendizaje, lo que implica el uso de recursos mentales para procesar la información y llevar a cabo las tareas cognitivas necesarias (Andrade-Lotero, 2012; Sun et al., 2023; Sweller et al., 2008). Desde la perspectiva del *material de aprendizaje* se refiere al trabajo mental que impone determinado material educativo sobre la memoria de trabajo de un individuo que está en proceso de aprendizaje. Diversos estudios han examinado cómo el diseño de los materiales educativos puede influir en la carga cognitiva de los estudiantes y cómo esto afecta su capacidad para procesar y retener la información (Chen et al., 2016; Darejeh et al., 2021; López-Vargas et al., 2017; Zheng, 2009).

Se debe tener en cuenta que al referirse a la carga cognitiva, es importante considerar la cantidad de recursos de memoria necesarios para cubrir la demanda de una tarea, en función de la tarea misma, el contexto ambiental y la experiencia previa del individuo (Camilleri et al., 2022).

En efecto, La carga cognitiva se fundamenta bajo el principios de la memoria de trabajo como recurso limitado (Andrade-Lotero, 2012; Artino, 2008; Chen & Macredie, 2002; Jr, 2008; Sweller et al., 2008; Zheng, 2009). En este sentido, estudios adelantados por Miller (1956) sugirieron que se podían retener de forma consciente en memoria hasta siete elementos que hubiesen sido percibidos en un vistazo; más tarde Cowan (2001) indicó que probablemente la cantidad de objetos era más cercana a cuatro, por su parte Artino (2008) y Sweller y colaboradores (2008), indicaron que además de almacenar información, la memoria de trabajo debe organizarla, contrastarla, combinarla y compararla, en este caso el aprendiz probablemente sólo estaría en capacidad de gestionar dos o tres elementos nuevos de forma paralela, además este tipo de información podría durar en la memoria de trabajo entre 15 y 30 segundos cuando no es posible su procesamiento y esquematización para ser guardada en la memoria a largo plazo.

La importancia de estos estudios no es realmente la cantidad de objetos que se pueden observar de manera consciente o los que pueden ser procesados paralelamente. Su verdadera relevancia estriba en que muestran que la memoria de trabajo humana es un recurso limitado (Zheng, 2009), estas restricciones son más evidentes cuando el aprendiz enfrenta información nueva que aún no se encuentra organizada en las estructuras cognitivas ubicadas en la memoria a largo plazo es decir, cuando está aprendiendo o cuando emprende tareas complejas (Andrade-Lotero, 2012; Chen et al., 2016; Sun et al., 2023).

Lo anterior indicaría que la carga cognitiva es dinámica pues puede cambiar de un momento a otro en un sujeto (Chen et al., 2016; Darejeh et al., 2021; Winter et al., 2019) ya que depende en gran medida de los niveles de comprensión que se vayan alcanzando en el proceso de aprendizaje y que van siendo almacenados en forma de esquemas en la memoria a largo plazo, efectivamente aunque como se ha indicado, la memoria de trabajo tiene limitaciones críticas para procesar información nueva, no ocurre lo mismo cuando gestiona información esquematizada en la memoria a largo plazo.

En términos generales una tarea puede demandar más carga cognitiva en unos estudiantes que en otros, las diferencias podrían variar dependiendo de los conocimientos previos, el nivel de manejo que se tenga del tema, la familiaridad con los recursos educativos, la edad y/o cualquier impedimento de tipo mental o físico (Chen et al., 2016).

Otra característica de la memoria de trabajo es su capacidad para atender los elementos que llegan desde el exterior, principalmente a través de dos canales sensoriales parcialmente independientes: el visual y el auditivo (Andrade-Lotero, 2012; Artino, 2008; Colvin Clark & Mayer, 2011; Sweller et al., 2008; Winter et al., 2019). Estos canales funcionan como un conjunto de procesadores de información, en los cuales uno se ocupa de la información pictórica y otro de la información verbal, respectivamente. Aunque son diferentes, no son totalmente independientes. Además, la literatura menciona un tercer procesador llamado "procesador de acuerdo". Esta hipótesis se basa en la teoría de la memoria de trabajo de Baddeley (1998) y la teoría de procesamiento dual de Pavio (1986).

El resultado de investigaciones previas indica que existe la posibilidad de ampliar la capacidad de la memoria de trabajo al emplear de forma sincronizada los dos canales sensoriales (Artino, 2008; Quintero-Manes et al., 2022; Zheng, 2009). Además, Colvin y colaboradores (2011) sugieren que no se debe sobrecargar un solo canal sensorial, como por ejemplo al requerir que la memoria de trabajo gestione gráficos y texto impreso de forma simultánea.

La carga cognitiva impuesta por el material de aprendizaje se puede clasificar en tres categorías: carga intrínseca, carga extrínseca y carga germánica (Artino, 2008; Chen et al., 2016; López-Vargas et al., 2017; Quintero-Manes et al., 2022; Sweller et al., 2008; Zheng, 2009). En el siguiente apartado se ampliará este tema.

## **TIPOS DE CARGAS COGNITIVAS**

La carga cognitiva se compone de al menos tres tipos de cargas a saber: carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extrínseca también llamada extraña, carga cognitiva germánica o efectiva.(Andrade-Lotero, 2012; Chen et al., 2016; Sweller et al., 2008; Zheng, 2009). A continuación, se explica cada una de ellas y su relación con la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo.

### **Carga cognitiva intrínseca.**

La carga intrínseca está relacionada con la naturaleza del dominio de conocimiento, a mayor complejidad, mayor carga cognitiva intrínseca (Andrade-Lotero, 2012; Chen & Wu, 2015; López-Vargas et al., 2017b; Winter et al., 2019). En este sentido, la complejidad está relacionada con la cantidad de elementos aislados o esquemas

mentales que deben gestionarse paralelamente en la memoria de trabajo, es decir con la interactividad del elemento (Artino, 2008), así, si una tarea de aprendizaje requiere traer a memoria de trabajo varios esquemas mentales previamente almacenados en la memoria a largo plazo se generará una carga cognitiva intrínseca alta, de esta manera, los conocimientos previos del estudiante son un factor crítico en la carga cognitiva intrínseca, a menor dominio del tema, mayor carga cognitiva intrínseca (Sweller et al., 2008).

Las características descritas anteriormente permiten concluir que la carga cognitiva intrínseca es inevitable y que además es independiente de los métodos de enseñanza (Chen et al., 2016; Sweller et al., 2008).

#### **Carga cognitiva extrínseca.**

La carga cognitiva extrínseca está compuesta por todos aquellos elementos presentes en el proceso de aprendizaje pero que son irrelevantes, por lo que de una u otra manera saturan la memoria de trabajo y por tanto hacen más difícil el proceso de aprendizaje (Andrade-Lotero, 2012; Chen & Wu, 2015). Está presente, por ejemplo, en el material educativo que contiene información innecesaria que por supuesto, no es útil ni contribuye a la comprensión de la materia de estudio, por el contrario, causa distracción desviando la atención de estudiante y por consiguiente exigen un mayor esfuerzo mental durante el proceso de aprendizaje (Chen & Wu, 2015; López-Vargas et al., 2017).

#### **Carga cognitiva germánica.**

La carga cognitiva germánica, también conocida como carga pertinente o relevante, está directamente relacionada con la construcción de nuevo aprendizaje, es

decir, la creación de nuevos esquemas de conocimiento que se integran a los ya existentes y almacenados en la memoria a largo plazo. Esta carga se manifiesta en procesos cognitivos como la abstracción y la elaboración, que son fundamentales en la construcción de nuevos esquemas de conocimiento (Andrade-Lotero, 2012; Chen et al., 2016).

Si las cargas cognitivas intrínseca y extrínseca permiten liberar espacio en la memoria de trabajo, los estudiantes pueden invertir esfuerzo cognitivo en la elaboración de los esquemas de aprendizaje (Artino, 2008). En este sentido, para los teóricos la importancia del estudio de la carga cognitiva radica en que brinda conocimiento sobre el funcionamiento del sistema humano de procesamiento de información, lo que a su vez orienta la forma en que se debe organizar el material de estudio, de tal manera que se facilite la gestión de la información en la memoria de trabajo haciendo un uso eficiente de los pocos recursos existentes en la misma. En el siguiente apartado se profundiza sobre el efecto de la carga cognitiva en los diseños instruccionales.

### **CARGA COGNITIVA Y DISEÑOS INSTRUCCIONALES**

El diseño de cualquier elemento que tenga que ver con aprendizaje, por ejemplo material educativo, ambiente de aprendizaje, secuencia didáctica, entre otros, debería considerar las limitaciones de la memoria de trabajo, de tal manera que sea más fácil el proceso de almacenamiento de nuevo conocimiento en la memoria a largo plazo (Artino, 2008; Sweller et al., 2008), en este sentido, autores indican que escenarios de aprendizaje que implican una alta carga cognitiva, pueden dificultar el proceso de aprendizaje (Artino, 2008; Chen et al., 2016).

En el ámbito de los ambientes computacionales, la tarea de aprendizaje puede verse afectada negativamente si la estructura y organización de la información presentada sobrecargan los recursos limitados de la memoria de trabajo (Artino, 2008; Chang & Yang, 2023; Chen et al., 2016; López-Vargas et al., 2017; Quintero-Manes et al., 2022; Sun et al., 2023; Winter et al., 2019). En este contexto, el diseño de ambientes computacionales debe buscar reducir la carga cognitiva extrínseca para permitir un aumento en la carga cognitiva germánica, que es donde ocurren los procesos de aprendizaje (Andrade-Lotero, 2012; Artino, 2008; Colvin & Mayer, 2011; López-Vargas et al., 2017b).

Para lograrlo Colvin y Mayer (2011) proponen cinco principios: principios de multimedia, de contigüidad, de modalidad, de redundancia y de coherencia. A continuación, se explican cada uno de ellos:

**Principio de multimedia.** De acuerdo con los autores, los diseñadores deben intentar mostrar los gráficos de manera simultánea con el texto, de tal suerte que sea procesados como un solo elemento. Para ellos se recomienda la combinación de gráficos relevantes como gráficos estáticos, fotografías, mapas, animaciones y videos, con texto (impreso o narrado), en lugar de solo texto con el fin de mejorar el aprendizaje.

**Principio de contigüidad.** En concordancia con el principio de multimedia, es importante evitar todas aquellas situaciones que desborden la memoria de trabajo por ejemplo resulta importante disminuir al máximo la atención dividida, que corresponde a la tarea extra que obliga al estudiante a vincular información proveniente de diferentes fuentes al emplear por ejemplo gráficos y textos de forma simultánea, para ello los

autores recomiendan colocar el texto impreso cerca a la parte del gráfico a la que hace alusión y que generalmente se encuentra posterior al texto, de esta manera se disminuye la carga extrínseca permitiendo dedicar más recursos de memoria a la carga germánica, de tal suerte que se aumente la comprensión del contenido.

En caso de emplear del texto narrado, es conveniente encontrar una estrategia para focalizar la atención en la parte del gráfico a la cual esté haciendo referencia la narración y así contribuir a que se recuerden juntas y se realicen conexiones significativas.

Otro ejemplo de una mala aplicación del principio de contigüidad lo constituye el uso de videos o animaciones demasiado extensas y que no dan la opción de ser controladas por el estudiante, en este caso se recomienda que el recurso multimedial incluya un control de avance, pausa y/o retroceso de tal manera que el estudiante tenga la opción de manipular el ritmo del recurso para no saturar la memoria de trabajo y por consiguiente no poderla procesar completamente afectando el proceso de aprendizaje.

**Principio de modalidad.** Los autores recomiendan distribuir el procesamiento de información entre los canales sensoriales visual y auditivo generando un ambiente más natural, así por ejemplo es deseable emplear texto narrado en lugar de texto impreso cuando se combina con gráficos, Aducen, que al emplear texto impreso y gráficos simultáneamente, puede ocurrir que se sobrecargue el canal sensorial visual y se desaprovechen los recursos del canal sensorial auditivo.

**Principio de redundancia.** Se recomienda no combinar textos impresos, textos narrados y gráficos debido a que posiblemente los estudiantes inviertan los escasos

recursos de la memoria de trabajo en sincronizar las palabras impresas con el texto narrado lo que aumentaría la carga cognitiva extrínseca, dejando pocos o nulos recursos para relacionar el resultado del proceso anterior con el gráfico y en consecuencia, afectando el aprendizaje negativamente.

Sin embargo, de acuerdo con los autores se puede brindar la opción a los estudiantes de elegir entre el texto escrito y el texto narrado con el fin de respetar los estilos de aprendizaje.

**Principio de coherencia.** Este principio interpela por mantener la lección ordenada, en este sentido por ejemplo, es recomendable evitar agregar material que no es concomitante con el objetivo de la instrucción y que puede desviar la atención afectando negativamente el proceso de aprendizaje, así cobra gran importancia la elección de imágenes o cualquier elemento presente en el escenario de aprendizaje, pues deben estar estrechamente relacionados con el tema y deben tener un fin dentro del proceso.

La aplicación de estos principios, son particularmente importantes cuando se diseñan ambientes para estudiantes que tienen un nivel bajo de dominio disciplinar, pues en estudiantes que tienen un nivel alto de conocimiento la carga intrínseca es baja y les es muy fácil procesar la información presente en el ambiente de aprendizaje computacional (Colvin & Mayer, 2011).

Como puede observarse el estudio de la carga cognitiva se hace importante por cuanto su gestión podría contribuir a optimizar el aprendizaje, realizar diseños instruccionales efectivos, evaluar la dificultad de una tarea, adaptar la tarea de

aprendizaje a las características individuales de los aprendices, entre otros. En ese sentido, el siguiente apartado muestra algunos estudios recientes relacionados con la carga cognitiva.

## **ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA CARGA COGNITIVA Y LOS AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE.**

A través de una revisión de estudios recientes, se explorarán los efectos de la carga cognitiva en el rendimiento académico, la retención de información y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Además, se examinarán las estrategias y enfoques educativos que han surgido para gestionar y optimizar la carga cognitiva, buscando proporcionar una visión más completa de su relevancia en el diseño y la implementación de entornos educativos efectivos. El objetivo de esta sección es ofrecer una visión actualizada de las investigaciones más relevantes en este campo en constante evolución.

Con la idea de reducir la carga cognitiva intrínseca asociada al aprendizaje de la lógica de programación, Winter y colaboradores (2019) experimentaron con un software sobre programación informática que buscaba reducir la carga cognitiva empleando activamente el canal sensorial visual de los usuarios. Para ello crearon un aplicativo informático llamado “marco” dentro de la herramienta educativa “Grid” que permitía la construcción de estructuras a partir de la repetición de patrones por ejemplo teselados y fractales.

Este aplicativo posibilita relacionar la repetición de un patrón con un código de programación y viceversa, de esta manera los participantes establecían conexión entre las

acciones que realizaban al construir teselados y fractales a partir de una unidad básica llamada “sello” con un código de programación que el sistema escribía a la par y, a partir de la escritura del código por parte del usuario, éste podían visualizar paralelamente la construcción del teselado o del fractal producto del código que estaba escribiendo.

En el estudio participaron 24 estudiantes novatos en temas de programación informática de disciplinas no asociadas al STEM de una Universidad de Nebraska, USA. Los resultados mostraron que el uso de esta aplicación fomenta la comprensión algorítmica y la abstracción de nivel superior. A través de la práctica con ella, los estudiantes pueden aumentar la fluidez en los procesos de pensamiento necesarios para realizar estas construcciones y en consecuencia, aumentar su nivel de conocimiento en relación con el primer concepto umbral: el uso de funciones definidas por el usuario en la construcción de artefactos complejos (Winter et al., 2019).

En este sentido, esta investigación indica que el uso apropiado de los canales sensoriales y la conexión causa-efecto, posibilita un uso eficiente de la carga cognitiva en los estudiantes y en consecuencia un aprendizaje más eficiente aún en temas complejos como el aprendizaje de programación informática.

Sin duda alguna la interacción con los textos digitales ha permeado casi todos los tipos de actividades presentes en la vida cotidiana, no solo en el ámbito educativo, también en el profesional y en el de ocio de la vida moderna.

En búsqueda del análisis de las características de navegación de un texto digital desde la perspectiva de la Teoría de la Carga Cognitiva, Ledneva y Kovalev (2021) llevaron

a cabo un experimento con 20 participantes, donde se variaron las características de navegación del texto para determinar la combinación óptima en cuanto a señales de navegación.

Se diseñaron entornos de textos digitales con diferentes características de navegación y se analizaron los movimientos oculares y los datos de rendimiento de los participantes para identificar las condiciones que generan mayor carga cognitiva.

Los resultados mostraron que la búsqueda de información en entornos digitales con menos señales de navegación resulta en una mayor complejidad en la forma en que los ojos se mueven, más tiempo de dedicación en la búsqueda y un mayor número de fijaciones. Estas observaciones respaldan la hipótesis general del estudio, que sugiere que la falta de señales de navegación afecta directamente el aumento de la carga cognitiva durante la búsqueda de información digital (Ledneva & Kovalev, 2021).

Durante el mismo año, Darejeh y colaboradores (2021) estudiaron el efecto de un software altamente interactivo en estudiantes novatos sobre el logro del aprendizaje. Los investigadores seleccionaron el uso de narrativas como procedimiento para proporcionar conocimiento práctico y disminuir la carga cognitiva. Se implementaron tres modelos: un grupo control que no contenía ningún tipo de narrativas, un primer grupo experimental con narrativas de contexto familiar y un segundo grupo experimental con narrativas de contexto no familiar.

Se compararon los efectos de los tres modelos, cuando estudiantes interactúan con plataformas E-learning de alta y baja interactividad. Los resultados indicaron que la

narrativa familiar puede contribuir a disminuir la carga cognitiva en comparación con los demás modelos cuando se aprende en ambientes virtuales de alta y baja interactividad. En este sentido los autores concluyen que las personas pueden aprender nuevas aplicaciones de software más fácilmente al usar ejemplos prácticos en contextos familiares (Darejeh et al., 2021).

Más adelante, Quintero y colaboradores (2022) mostraron el avance de un estudio que buscó analizar cómo diferentes diseños instruccionales influyen en la carga cognitiva que los estudiantes experimentan al aprender estadísticas y programación de computadores, utilizando ejemplos completos e incompletos. Este estudio pertenece a la etapa inicial de la investigación en el que se llevó a cabo un pilotaje y que tuvo por objetivo medir de manera diferenciada las cargas cognitivas mediante tareas secundarias y una escala subjetiva.

Este estudio piloto contó con la participación de cuatro estudiantes mujeres inscritas en un curso de estadística inferencial. El estudio constó de tres etapas. En la primera etapa, se evaluó la capacidad de memoria de trabajo y los conocimientos previos de estadísticas de los estudiantes. Luego, los estudiantes participaron en una actividad de aprendizaje centrada en el uso de pruebas de Chi-cuadrado y correlación de Pearson para realizar análisis inferenciales y finalmente, las estudiantes completaron una escala subjetiva para evaluar la carga cognitiva percibida durante la tarea.

Para la actividad de aprendizaje, se utilizaron dos diseños instruccionales diferentes en forma de cuadernos computacionales. El Diseño 1 presentaba ejemplos

correctos e incompletos, mientras que el Diseño 2 incluía ejemplos correctos, incompletos e incorrectos. Simultáneamente, las estudiantes realizaron una tarea secundaria que consistía en responder a un estímulo auditivo pulsando una tecla.

Los resultados resaltan la importancia de los conocimientos previos en diferentes diseños instruccionales y cómo se relacionan con el esfuerzo cognitivo percibido por los estudiantes. En efecto, los participantes que obtuvieron mejores resultados en la evaluaciones previas, experimentaron menor carga germánica y mayor carga extrínseca.

Además, se observaron diferencias en las cargas cognitivas de los estudiantes según el diseño instruccional utilizado, lo que sugiere la existencia de cargas extrínsecas diferenciadas. En este sentido se encontró que el uso de ejemplos incorrectos en el aprendizaje de estadísticas y programación puede influir en la percepción de dificultad de los estudiantes sin mejorar necesariamente su aprendizaje (Quintero-Manes et al., 2022).

Esta investigación llama la atención sobre la importancia de la gestión de la carga cognitiva en los ambientes virtuales de aprendizaje, dado su impacto negativo en el logro del aprendizaje por cuanto el ambiente diseñado para este estudio estaba saturado de elementos que entorpecían el proceso, por ejemplo el hecho de tener que responder al estímulo auditivo y el de determinar errores presente en uno de los modelos experimentales.

El segundo aspecto interesante es la posible influencia de los conocimientos previos sobre las cargas cognitivas. Al respecto los resultados mostraron que, a mayor conocimiento previo, menor carga germánica y mayor carga extrínseca. Este aporte brinda

información a los diseñadores de ambientes de aprendizaje sobre la importancia de realizar ajustes correspondientes que permitan atender las necesidades particulares de los participantes.

Una población interesante con relación a la carga cognitiva está constituida por los analistas de prueba de software, personas esenciales en los equipos de desarrollo. A diferencia de los desarrolladores, cuya comprensión se centra en módulos específicos o áreas de especialización, los analistas de prueba necesitan comprender el proyecto en general y desde diferentes perspectivas, tarea que posiblemente acarrea una gran carga cognitiva.

Al respecto Camilleri y colaboradores (2022), adelantaron un estudio cuyo objetivo se centró en indagar sobre la forma en que los analistas de prueba de software desempeñan diferentes tareas de comprensión y cómo se ve afectada su carga cognitiva. En el experimento participaron 15 analistas de prueba profesionales.

Se les solicitó a los participantes que realizaran ocho tareas de comprensión y aplicación en cuatro categorías diferentes: diseño en caso de prueba, automatización de pruebas, búsqueda de errores y análisis de adecuaciones. Con el objetivo de estimar la carga cognitiva se empleó el índice de carga de tarea de la NASA.

Los resultados indicaron que, aunque la experiencia es importante para completar la tarea con éxito, también influye el tipo de tarea. De hecho, los participantes más experimentados tuvieron un desempeño inferior en ciertas actividades como el diseño de casos de prueba y el análisis de adecuaciones. El nivel educativo no tuvo una influencia

significativa en la finalización exitosa de la tarea, pero se observaron diferencias significativas en la carga cognitiva tanto en función de la experiencia como en el nivel educativo, dado que ambos factores mostraron una correlación inversamente con relación a la carga cognitiva (Camilleri et al., 2022).

Durante el mismo año, Derkach (2022), realizó un estudio que buscó prevenir el aumento excesivo de la carga cognitiva en 49 estudiantes universitarios pertenecientes a la facultad de Química de la Universidad Nacional de Olejs Honchar Dnipro en Ucrania. Los participantes interactuaron con un texto electrónico de química inorgánica que contenía imágenes en varios formatos, videos, animaciones, actividades interactivas, etc. El investigador estimó los niveles de carga cognitiva con relación a los recursos electrónicos utilizados por los estudiantes, paralelamente se identificaron los estilos de aprendizaje.

Los resultados indicaron una correlación entre estilo de aprendizaje y carga cognitiva al interactuar con recursos electrónicos. En este sentido el autor indica que es necesario adaptar los métodos de enseñanza y la complejidad de la tarea a las características individuales de los estudiantes de tal manera que la memoria de trabajo no se sobrecargue, por lo que recomendó:

- a. Proporcionar soporte de audio en lugar de texto escrito para las imágenes.
- b. Si es necesario incluir imagen y texto es deseable colocarlos en una sola pantalla en tal caso, el texto debe ser claro y conciso.
- c. En el evento de utilizar imágenes y narración deben ser simultáneas, no secuenciales.

- d. Se debe evitar el uso excesivo de elementos que necesiten paralelamente atención.
- e. Eliminar todos aquellos elementos innecesarios o redundantes.
- f. Realizar diapositivas sencillas evitando saturar los canales sensoriales del usuario.

Al respecto los investigadores refieren que cuando un profesor diseña y/o emplea recursos educativos que tengan en cuenta aspectos psicológicos y pedagógicos de la percepción del conocimiento, pueden disminuir la carga cognitiva, optimizar las actividades de aprendizaje y contribuir a la calidad del proceso de aprendizaje de los estudiantes (Derkach, 2022).

Mas adelante, Nong y colaboradores (2022) Llevaron a cabo un estudio en tiempo post-pandémico, cuando aún se percibía el impacto. El estudio tuvo como objetivo encontrar formas efectivas de proporcionar a los estudiantes un estilo de aprendizaje en esas circunstancias particulares.

Para alcanzar el objetivo, se implementó un experimento de aprendizaje Blended-learning (b-learning) con 115 estudiantes pertenecientes a la Licenciatura en Educación Pre escolar en una Universidad en la Región Autónoma Zhuang de Guangxi China, que tomaban cátedra de metodología de investigación. El curso tuvo una duración de 8 semana: Durante las primeras 4 semanas los participantes trabajaron en línea y las últimas 4 en modalidad presencial.

Los resultados mostraron lo siguiente: La autoeficacia académica tuvo impacto positivo en la participación del aprendizaje, de igual forma correlacionó inversamente con

la carga cognitiva, lo que podría significar que estudiantes más autoeficaces académicamente pudieron gestionar de mejor manera la carga cognitiva impuesta por el proceso de aprendizaje.

En este sentido, la autoeficacia académica, la participación en el aprendizaje y la carga cognitiva tienen influencia en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Estos hallazgos pueden ser útiles para mejorar los métodos de enseñanza y optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en situaciones similares (Nong et al., 2023).

Durante el siguiente año Own y colaboradores (2023), analizaron cómo la interacción física con objetos tangibles (TUIs) y la interacción táctil con una pantalla (MTIs) afectaba el potencial de aprendizaje, la carga cognitiva, la atención y el interés de niños preescolares.

Para este estudio se diseñó una aplicación matemática llamada “The number”, se utilizó el método de seguimiento ocular para evaluar las diferencias cognitivas entre las dos versiones. Los resultados mostraron que los participantes que utilizaron la versión de TUI hicieron más intentos en la tarea, lo cual es un predictor significativo del logro del aprendizaje. De esta manera los investigadores sugieren que los TUIs pueden promover un mayor nivel de participación y compromiso por parte de los niños de preescolar.

Además, se encontró que el uso de TUIs redujo la carga cognitiva, aumentó la atención en áreas claves y proporcionó un mayor entretenimiento. Estos efectos pueden contribuir al proceso de los niños preescolares a largo plazo (Own et al., 2023)

Este estudio podría sugerir que en el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje deberían considerarse la incorporación de elementos tangibles o manipulables, como objetos físicos o tarjetas interactivas que fomenten la interacción física y táctil de los niños; de igual forma la importancia de la reducción de la carga cognitiva, evitando elementos complejos o excesivamente demandantes cognitivamente de tal manera que el niño pueda enfocarse en el contenido educativo; mejorar la atención en áreas claves, así resaltar visualmente las partes claves de interés o que contengan información relevante puede ayudar a dirigir la atención hacia ellas y finalmente incrementar el valor del entretenimiento, así sería conveniente incluir elementos lúdicos, atractivos y divertidos que mantengan el interés y la motivación de los niños a lo largo del proceso de aprendizaje.

En el transcurso del mismo año, Chang y Yang (2023) realizaron un estudio que tuvo por objetivo indagar sobre las diferencias en las emociones, carga cognitiva y desempeño académico de los estudiantes que interactuaban con diferentes entornos de aprendizaje basados en juegos digitales con andamiaje (DGBL).

Participaron en el estudio 97 estudiantes adultos pertenecientes a varios colegios comunitario, 29 eran hombres de una edad promedio de 63,24 años y 68 mujeres, con edad promedio de 61,15 años quienes fueron distribuidos en tres grupos: Grupo de control, Grupo experimental I y Grupo experimental II.

El grupo de control utilizó juegos digitales sin andamiaje, mientras que los grupos experimentales utilizaron juegos digitales con diferentes niveles de andamiaje: nivel difícil

(experimental I) y nivel fácil (experimental II). Se empleó el método de seguimiento ocular para evaluar las diferencias cognitivas entre diferentes versiones experimentales.

Los resultados revelaron varias conclusiones importantes: en primer lugar se encontró que en los entornos virtuales con andamiaje los estudiantes experimentaron emociones positivas, mayor carga cognitiva germánica y mayor eficacia y eficiencia cognitiva en comparación con el entorno sin andamiaje, de igual manera se observó que las emociones negativas y la carga cognitiva extrínseca fueron significativamente menores en los entornos con andamiaje en comparación con el entorno sin andamiaje.

En segundo lugar, los resultados mostraron que los estudiantes que interactuaron con el entorno con andamiaje fácil experimentaron emociones positivas superiores, en comparación con los estudiantes que trabajaron con andamiaje difícil.

En tercer lugar, al considerar los entornos con andamiaje fácil y andamiaje difícil en conjunto, se encontró que las emociones positivas y la carga cognitiva germánica tuvieron un impacto positivo en la eficacia y eficiencia cognitiva de los estudiantes. Por otra parte las emociones negativas y la carga cognitiva intrínseca y extrínseca tuvieron un impacto negativo en la eficacia y eficiencia cognitiva (Chang & Yang, 2023).

Esta investigación deja entrever los siguientes aportes cuando se diseñan ambientes virtuales de aprendizaje: el impacto positivo del uso de andamiajes sobre las emociones de los estudiantes, la carga cognitiva germánica y el rendimiento cognitivo, en este sentido sugiere que el uso de andamiajes podría ser beneficiosos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Con relación a la carga cognitiva y la eficacia del aprendizaje, el estudio mostró que la carga cognitiva tiene un impacto en la eficacia del aprendizaje, por lo que podría pensarse que el diseño de ambientes virtuales que minimicen la carga cognitiva, necesaria promueve la carga cognitiva adecuada para la construcción del conocimiento.

Buscando relaciones entre aprendizaje autorregulado y patrones de navegación, Sun y colaboradores (2023) diseñaron un curso de línea asincrónicos que permitió captar patrones de comportamiento de estudiantes mientras navegaban.

Se aprovecharon los rastros de navegación para realizar un análisis de conducta relacionada con las huellas dejadas por 101 estudiantes de posgrado, cuando interactuaron con un curso en línea asincrónico que incluía herramientas de apoyo de aprendizaje autorregulado. Se identificaron dos subgrupos distintos de aprendizaje: un grupo de alta autorregulación para el aprendizaje y otro de baja autorregulación.

El grupo de alta autorregulación para el aprendizaje mostró una carga cognitiva extrínseca más baja y un mejor rendimiento de aprendizaje, una carga cognitiva germánica más alta y mayor compromiso cognitivo con relación al grupo de baja autorregulación. Adicionalmente el grupo de alta autorregulación de aprendizaje mostró preferencias por activar metas de aprendizaje de dominio para mejorar conocimiento ético, mientras que el grupo de baja autorregulación preferían metas de aprendizaje de evitación del rendimiento para aprobar pruebas unitarias.

El grupo de alta autorregulación del aprendizaje invirtió más cantidad de tiempo en toma de notas y en general procesos que contribuyen al procesamiento de información

profunda, en tanto que los aprendices con baja autorregulación empleaban enfoques superficiales (Sun et al., 2023).

La investigación anterior arroja luz sobre diseño de intervenciones personalizadas, así los diseñadores de ambientes de aprendizaje en línea pueden adaptar las intervenciones y actividades de acuerdo con las necesidades y preferencias de los subgrupos. De igual manera desarrollar estrategias tendientes a disminuir la carga cognitiva extrínseca, mejorar la carga cognitiva germánica y las habilidades de autorregulación, buscando crear entornos de aprendizaje más efectivos y personalizados que promuevan el compromiso y rendimiento de los estudiantes.

Buscando disminuir la carga cognitiva en los procesos de aprendizaje, Kadir y colaboradores (2023) diseñaron un enfoque educativo para ayudar a los estudiantes a gestionar la carga cognitiva al aprender materiales complejos.

Según la teoría de la carga cognitiva, el aprendizaje complejo puede generar una carga cognitiva alta y dificultar así el proceso de aprendizaje si no se gestiona adecuadamente. Este estudio examina los efectos de implementar las instrucciones de reducción de carga a través de ajustar la dificultad sobre todo en etapas iniciales, apoyar el proceso, emplear andamiaje, realizar práctica, retroalimentación constante y fomento de la independencia guiada; en el aprendizaje basado en la indagación con componente práctico.

El aprendizaje basado en indagación implica que los estudiantes realicen experimentos y busquen soluciones a problemas, este enfoque puede generar una carga

cognitiva alta debido a la complejidad de la tarea. En el estudio participaron 156 estudiantes de grado séptimo de una escuela de Singapur. El objetivo de estudio fue comparar los resultados educativos entre un grupo de intervención que recibió instrucciones acerca de cómo reducir la carga cognitiva, y un grupo de control que experimentó el mismo tipo de aprendizaje basado en indagación, pero sin instrucciones para reducción de la carga.

Los resultados mostraron que los estudiantes pertenecientes al grupo de intervención obtuvieron mejores resultados en comparación con los participantes pertenecientes al grupo de control, lo que indicó que las instrucciones de reducción de carga cognitiva fueron efectivas para gestionar la alta carga cognitiva asociada a la instrucción compleja, facilitando la transferencia de información de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo, haciendo el aprendizaje complejo más manejable y por tanto facilitar el proceso de aprendizaje (Kadir et al., 2023)

Partiendo de la idea que la educación en programación informática ha empezado a ser considerada muy importante por cuanto puede mejorar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas en los estudiantes, además de estar planteada como estrategia para desarrollar talentos innovadores por muchos países y regiones, Liu y colaboradores (2023) buscaron herramientas y métodos de enseñanza adecuados para que los estudiantes puedan superar las barreras del proceso de aprendizaje de este tópico; considerado complejo por cuanto involucra conceptos desafiantes con análisis de problemas, planteamiento de algoritmos y sintaxis lógica; de tal manera que puedan mejorar el logro de aprendizaje en este campo.

En esta búsqueda se introduce el concepto de programación colaborativa como un enfoque pedagógico en el que un grupo de estudiantes trabajan juntos en una tarea de programación y construyen conocimiento. Los investigadores desarrollan para ello el módulo de programación colaborativa, que orienta a los estudiantes en el diseño de planes colaborativos, monitorea el proceso de resolución del grupo, evalúa y reflexiona sobre los procesos y resultados de aprendizaje.

El módulo de programación colaborativa contó con una base de datos que permitió al profesor cargar recursos educativos y realizar retroalimentación a las tareas colaborativas realizadas por el grupo. La idea del módulo de colaboración fue permitir a los miembros del grupo identificar la brecha de aprendizaje entre ellos y superar la zona de desarrollo próximo, con lo que se esperaba, mejorara la cognición y comprensión de conceptos de programación.

Participaron en el estudio 40 estudiantes de grado octavo de una escuela secundaria de Wenzhou (China) los participantes fueron dividido en dos grupos, uno experimental y otro de control. Todos los estudiantes habían participado en una clase de currículo de tecnología de la información y contaban con competencias básicas en operaciones con computadoras.

Los resultados indicaron que el uso del módulo de enfoque colaborativo mejoró de manera estadísticamente significativa el logro del aprendizaje con relación al grupo control. Con referencia a la carga cognitiva no hubo diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental, lo que sugirió que el uso del módulo de enfoque

colaborativo no impuso una carga cognitiva extra sobre la memoria de trabajo y por tanto no afectó el uso eficiente de los recursos de memoria.

Los investigadores atribuyen este resultado al hecho de que los andamios de preguntas para la evaluación y reflexión con los que interactuaron el grupo experimental ayudaron a los estudiantes a internalizar el conocimiento y habilidades de regulación compartidas, lo que posiblemente redujo la carga cognitiva de tal manera que los estudiantes no tuvieron que realizar un esfuerzo cognitivo extra para utilizar el enfoque propuesto (Liu et al., 2023).

Para finalizar se presenta una investigación que involucró un juego de simulación. Durante el año 2023, Pellas (2023) realizó un estudio que exploró las relaciones entre el rendimiento de aprendizaje, particularmente en el pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades de programación, en asociación con la carga cognitiva y las emociones al interactuar con un juego de simulación (SGs).

En el estudio participaron 290 estudiantes de grado quinto pertenecientes a escuelas griegas. La muestra fue dividida en dos condiciones de comparación, una de las condiciones interactuó con el juego de simulación y el otro actuó como grupo control empleando Scratch.

Los resultados mostraron que la intervención con el juego de simulación afectó positivamente la carga cognitiva y las emociones, pero no se encontraron diferencias significativas en el logro de aprendizaje entre los grupos.

De acuerdo con los autores, el entorno interactivo es valioso por cuanto los estudiantes pueden adquirir habilidades cognitivas de pensamiento computacional y razonamiento de programación, también señalan que actividades extracurriculares en la plataforma SGs, pueden reducir la carga cognitiva y afectar positivamente las emociones debido a lo llamativo de sus gráficos y en general los elementos multimediales (Pellas, 2023).

Esta revisión exhaustiva del estado de arte con relación a la carga cognitiva en ambientes de aprendizaje ha arrojado una luz invaluable sobre la importancia de comprender y gestionar adecuadamente esta variable en el proceso educativo. Se han examinado investigaciones de vanguardia que muestran cómo la carga cognitiva puede afectar significativamente el rendimiento y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Además, se han identificado estrategias y enfoques que permiten optimizar la carga cognitiva para promover un aprendizaje más eficiente y significativo.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de que los diseñadores de ambientes de aprendizaje y los educadores consideren cuidadosamente la carga cognitiva involucrada en las actividades de enseñanza y diseño curricular. Al hacerlo, se contribuirá a crear entornos de aprendizaje efectivos que maximicen el potencial de los estudiantes y les permitan alcanzar el logro de aprendizaje, mejorando la calidad y la efectividad de la educación en beneficio de las generaciones futuras.

### CAPÍTULO 3. AUTOEFICACIA

---

La autoeficacia es definida como el conjunto de creencias que posee una persona sobre sus capacidades para precisar y llevar a cabo los comportamientos necesarios que le permitirían alcanzar metas y/o desempeños en niveles determinados (Alqurashi, 2016; Artino, 2008; De la Fuente et al., 2021; Peechapol et al., 2018; Valencia-Vallejo et al., 2018; Zimmerman, 1995). Con base en estas creencias las personas eligen qué desafíos emprender, cuánto esfuerzo invertir y cuánto tiempo perseverar (Bandura, 1999).

La teoría social cognitiva de Bandura (1986) introduce un constructo que desafía las teorías de aprendizaje de ese tiempo, las cuales consideraban al ser humano como un agente controlado por fuerzas ambientales y biológicas, basándose en el paradigma estímulo-respuesta-refuerzo. Según esta teoría, el comportamiento humano no se puede reducir únicamente a respuestas reactivas. Bandura (1999) afirma que el pensamiento humano es creativo, autorreflexivo, proactivo y generativo. Además, sostiene que el individuo posee la capacidad de transformar su comportamiento y su entorno, y que estos dos elementos se influyen mutuamente y afectan la cognición humana. Bandura (1994, 1997, 1999) se refiere a esta interacción como la "reciprocidad triádica del funcionamiento humano".

De acuerdo con Bandura, los pensamientos de las personas influyen en su elección de conductas, las cuales a su vez afectan el entorno. Estos resultados, afectan nuevamente los pensamientos, el comportamiento y el ambiente, en un complejo proceso

cognitivo (Chen et al., 2014; Schunk, 2012). Esta relación bidireccional y armónica entre factores personales, conductuales y ambientales genera el desarrollo de competencias y regula el comportamiento (Bandura, 1999). Así la teoría social cognitiva respalda la idea de libertad en el comportamiento del individuo, por cuanto lo identifica como un ser capaz de elegir y de asumir pensamientos, conductas y emociones, establecer metas, plantear estrategias y mantenerse orientado en el cumplimiento de éstas.

La teoría social cognitiva respalda la idea de la libertad en el comportamiento individual, al reconocer al individuo como capaz de elegir y asumir pensamientos, conductas y emociones, establecer metas, plantear estrategias y mantenerse orientado hacia su cumplimiento.

En este proceso, la motivación desempeña un papel fundamental y dentro de ella, la autoeficacia (Chen et al., 2014; Olaz, 2001; Schunk, 2012). Ésta última se refiere a las creencias que una persona tiene sobre sus propias capacidades para aprender y desempeñarse en situaciones específicas. Estas creencias determinan las conductas que la persona asumirá y la forma en que ajustará su tiempo y esfuerzo para lograr sus metas. Bandura (1999) afirma que independientemente de los factores motivadores que puedan impulsar a una persona a tomar acción, las creencias sobre las capacidades son elementos fundamentales en el proceso que permite a la persona generar los cambios necesarios mediante acciones propias.

Evidentemente, los comportamientos de las personas en la consecución de resultados exitosos están influenciados por sus creencias de autoeficacia (Alqurashi, 2016). Aquellas personas que poseen fuertes creencias en sus capacidades perciben

situaciones desafiantes como oportunidades y mantienen un fuerte compromiso que les permite sostener o aumentar sus esfuerzos. Además tienen altas expectativas, son perseverantes y tienen la confianza en poder ejercer control sobre situaciones difíciles (Bandura, 1999; Schunk, 2012). Estas creencias les proporcionan una visión más positiva, les permiten recuperarse más rápidamente de posibles fracasos (Flammer, 2015) y manejar de manera eficiente el estrés y la depresión, así como mantenerse enfocados en la tarea (Bandura, 1994b; López-Vargas et al., 2020; Rodríguez-Guardado & Gaeta-González, 2020).

Por otro lado, las personas con una percepción pobre sobre sus capacidades tienden a evitar tareas que consideran difíciles. Cuando intentan enfrentar estas tareas, muestran un compromiso débil y centran sus pensamientos en las adversidades y posibles resultados negativos. Estos pensamientos los llevan a abandonar sus esfuerzos y les resulta difícil volver a encaminarse (Alqurashi, 2016; Bandura, 1999). Frecuentemente, perciben que las causas de su fracaso están fuera de su control, lo que los hace más propensos al estrés y la depresión (Bandura, 1994b; Flammer, 2015; Schunk, 1990, 2012; You, 2018; Zhang et al., 2021).

## **FUENTES DE AUTOEFICACIA**

Las percepciones que una persona posee sobre sus propias capacidades nacen y se modifican, crecen o decrecen, en un complejo, pero armónico, coherente y dinámico conjunto de variables que se unen y se articulan en procesos de tipo cognitivo, motivacional, afectivo y de toma de decisiones. Las creencias sobre las propias

capacidades encuentran su nicho y fuente de información en las experiencias de dominio, en el aprendizaje que se obtiene de las experiencias de y con otras personas, en los mensajes externos que se reciben y en los estado emocionales y fisiológicos (Bandura, 1999). A continuación, se profundiza en cada una de estas fuentes.

### **Experiencias de dominio.**

Las experiencias de dominio también llamadas experiencias de éxito, constituyen la principal, auténtica y más influyente fuente de información que una persona posee para evaluar su nivel de autoeficacia ante determinada tarea (Alqurashi, 2016; Bandura, 1994; Zhang et al., 2021; Zimmerman, 1995). Ante nuevos desafíos, las personas recurren a la memoria para evocar experiencias pasadas relacionadas con la actividad que están por realizar. Los éxitos anteriores generan en el individuo una sensación de alta autoeficacia, mientras que los fracasos en actividades similares provocan una sensación de baja autoeficacia (Bandura, 1994b; Burgos-Torre & Salas-Blas, 2020; Schunk, 2012).

Sin embargo no toda experiencia de éxito produce sensación de autoeficacia, así, si estos éxitos son el producto del esfuerzo sostenido y perseverante que han exigido superar situaciones difíciles crean una sólida creencia de autoeficacia, para Bandura (1994) y Schunk (2012), el hecho de que el éxito requiera de esfuerzo y perseverancia, permite que las personas se autoconvenzan de poseer lo que se necesita para continuar esforzándose ante las dificultades y alcanzar sus objetivos (Bandura, 1994; Schunk, 2012).

Bandura (1999) señala que una persona que ha experimentado éxitos repetidos en una actividad en particular desarrollará una sensación positiva de autoeficacia. Sin

embargo, este éxito no tendrá un impacto positivo si se percibe como un logro "fácil". Por otro lado, los fracasos repetidos pueden afectar negativamente las creencias en las propias capacidades, especialmente cuando ocurren en las etapas iniciales de su construcción, o cuando se atribuyen a la falta de esfuerzo y perseverancia (Bandura, 1994b; Flammer, 2015; Olaz, 2001). Como señala Bandura, "resistir en tiempos difíciles nos hace emerger más fuertes de las dificultades" (Bandura, 1994b, p. 6).

### **Aprendizaje vicario**

El aprendizaje vicario, también conocido como aprendizaje por modelamiento, constituye la segunda fuente de información más influyente en la formación de la autoeficacia (Bandura, 1994b, 1999; Chen et al., 2014; McNeill et al., 2006; Olaz, 2001; Ratsameemonthon et al., 2018). Observar a personas con características similares alcanzar el éxito a través del esfuerzo y la perseverancia genera en el individuo la sensación de poseer o poder adquirir las habilidades necesarias para superar obstáculos similares y lograr el éxito (Alqurashi, 2016; Bandura, 1994b, 1999; Chen et al., 2014; McNeill et al., 2006; Olaz, 2001; Ratsameemonthon et al., 2018).

El aprendizaje vicario puede percibirse desde dos perspectivas, por un lado, la adquisición de conocimientos a través de la experiencia indirecta, capacidad inherente al ser humano que ha permitido que el desarrollo del hombre sea un proceso más fácil y menos arriesgado, por cuanto el individuo como parte de una comunidad aprende a través de la experiencia de otros y no le es necesario vivenciar todos los procesos (Bandura, 1999).

En segundo lugar, como una experiencia inspiradora que estimula a la persona para seguir un ejemplo y considerar que se posee o se puede llegar a poseer lo que se necesita para alcanzar los objetivos planteados (Alqurashi, 2016; Bandura, 1994b; Chen et al., 2014; Schunk, 2012). Surge entonces un poderoso pensamiento: "si él (o ella) pudo, yo también puedo", lo cual impulsa al individuo a tomar acción. Schunk (2012) aclara que el aprendizaje vicario proporciona información sobre los efectos que determinadas acciones pueden producir, más que para adquirir o ejecutar habilidades específicas (Schunk, 2012).

En este sentido la comparación social juega un papel importante influenciada por la similitud y la empatía que el modelo genere sobre el sujeto, en efecto ver a personas con características similares a las propias remontar obstáculos a través del esfuerzo y la perseverancia, puede producir una sensación de aumento en la autoeficacia, por otro lado observar a personas que no obstante sus esfuerzos fracasan, puede mermar la percepción de autoeficacia (Schunk, 2012), siendo la última una situación más influyente que la primera en aquellas personas que están construyendo y/o consolidando sus percepciones sobre sus capacidades (Bandura, 1994; Olaz, 2001).

Es claro que el aprendizaje vicario no tiene el mismo efecto que proporcionan las experiencias de éxito, pero sí ejerce gran influencia sobre el comportamiento del individuo para emprender acciones que finalmente lo conducirán a experiencias de dominio y por ende a mejorar su autoeficacia (Valencia-Vallejo et al., 2018).

### **Persuaciones verbales.**

Las persuaciones verbales y sociales constituyen la tercera forma en que una persona acopia información para modificar su autoeficacia, en efecto los mensajes enviados por personas con determinado prestigio para quien recibe el mensaje pueden aumentar la sensación de autoeficacia y brindar el impulso necesario para que el sujeto asuma la conducta requerida para alcanzar sus metas (Alqurashi, 2016; Bandura, 1999; Schunk, 2012).

Dichos mensajes deben ser mucho más que elogios superficiales (Olaz, 2001), deben corresponder y apoyar el proceso de construcción de la autoeficacia en caso de que ésta aun no esté consolidada. De esta manera, para que los activadores motivacionales sean efectivos deben propender por disminuir o mantener bajo control las dudas sobre las propias capacidades, a la vez de acompañar, movilizar y ayudar a sostener en el tiempo el esfuerzo y la persistencia, al igual que a atribuir el triunfo a los mismos (Bandura, 1994; Schunk, 2012), de tal suerte que el sujeto así lo asimile y comprenda que buenos resultados dependen de sus propias actuaciones.

Cabe anotar que estas persuaciones verbales deben ser seguidas de pequeños éxitos, puesto que si luego de ellas y a pesar del esfuerzo no se percibe un triunfo, serán desmentidas (Bandura, 1999), haciendo que por el contrario se debiliten las creencias en las propias capacidades. En este sentido, es muy importante que la persona no sea puesta prematuramente frente al fracaso y que aprendan a medir sus éxitos con relación a su progreso personal y no como la superación con relación al desempeño de otros (Bandura, 1994).

Como se puede observar las persuasiones verbales por sí solas probablemente no producirían efecto positivo significativos, sin embargo, investigaciones señalan que a partir de ellas se puede disminuir fácilmente la sensación de autoeficacia, de hecho, cuando una persona que se está esforzando por cumplir sus metas, recibe mensajes negativos podría abandonar la tarea más fácilmente que si no los recibe (Olaz, 2001).

En otro escenario, cuando la autoeficacia ya está consolidada, la persuasión verbal o social puede constituir el pequeño impulso que se necesita para alcanzar la meta (Bandura, 1994; López-Vargas & Triana-Vera, 2013).

### **Estados físicos y emocionales.**

La cuarta fuente de información para la autoeficacia percibida la constituyen los estados físicos y emocionales. En efecto, si una persona percibe que posee un buen estado físico y de salud, con una actitud y energías positivas ante las nuevas situaciones probablemente tendrá herramientas para afrontar de mejor manera los retos que se le presenten.

De otro lado, una persona que se perciba enferma, cansada, agobiada y/o con poco ánimo para realizar una actividad probablemente vea afectada negativamente su autoeficacia y en algunos casos ni siquiera emprenda las acciones necesarias para la consecución de sus objetivos.

Para Bandura (1999) y Schunk (2012), la autoeficacia se ve afectada más que por los estados físicos y emocionales reales, por la forma en que los sujetos los perciben e interpretan, así una persona que posee una alta autoeficacia los interpretará como

estímulos para llevar a cabo las acciones necesarias para alcanzar el éxito, en tanto que personas con baja autoeficacia, se sentirán abrumadas y posiblemente se inmovilizarán frente a las circunstancias (Bandura, 1999; Schunk, 2012).

En este sentido, mantener una buena actitud y un control de los pensamientos negativos, el estrés y la ansiedad, favorecerían las creencias en las propias capacidades y a su vez la serenidad y la confianza con la que se afrontan las tareas (Olaz, 2001). Si bien es cierto que además de las fuentes de información para la formación de la autoeficacia descritas durante los párrafos anteriores, se requieren de factores personales y contextuales, la formación de la autoeficacia depende de la integración que realice de las cuatro fuentes de información en un complejo proceso cognitivo, en la que la autoeficacia es vista como causa y en otras ocasiones como efecto del comportamiento humano, dependiendo de la autorreflexión y de la capacidad para auto influirse, así la autoeficacia puede influir el comportamiento humano a través de cuatro procesos que son explicados en el siguiente apartado.

## **PROCESOS PSICOLÓGICOS QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO HUMANO A TRAVÉS DE LA AUTOEFICACIA**

Las creencias en las propias capacidades afectan el comportamiento humano a través de cuatro procesos psicológicos: procesos cognitivos, procesos motivacionales, procesos afectivos y procesos de toma de decisiones.

## **Procesos cognitivos.**

De acuerdo con Bandura (1994) y Schunk (2012), existen múltiples actuaciones que evidencian la relación existente entre autoeficacia y procesos cognitivos, entre ellas dos afectan especialmente el comportamiento humano: El planteamiento de objetivos y la anticipación mental a posibles situaciones futuras. Efectivamente los comportamientos que adoptan los seres humanos de forma deliberada obedecen al cumplimiento de objetivos planteados, dichos objetivos están fuertemente influenciados por la autoeficacia. Al respecto, los autores indican que cuanto más fuerte es la sensación de autoeficacia mayores son los desafíos y más firme el compromiso que el individuo adquiere frente a los mismos.

De otro lado la mente humana tiene la capacidad de anticipar situaciones futuras, en este sentido el sujeto con alto sentido de autoeficacia visualizará escenarios de éxito, situación que le ayudará a encaminarse en el emprendimiento de acciones y a mantenerse en las mismas. Por su parte las personas con baja autoeficacia tienen la tendencia a construir escenarios de fracaso, ocupan su pensamiento visualizando situaciones de lo pueden salir mal, lo cual probablemente podría inhibir su comportamiento (Bandura, 1994; Schunk, 2012).

Como se puede observar la autoeficacia tiene una gran influencia sobre comportamientos asociados con los procesos cognitivos del sujeto, Bandura señala cuatro procesos cognitivos fundamentales influenciados por la autoeficacia: procesamiento de información, planeación de cursos de acción, esfuerzo empleado y persistencia y la orientación en la ejecución de la tarea.

### ***Procesamiento de información.***

De acuerdo con Valencia (2017), en el ámbito académico, la autoeficacia influye en el procesamiento de información a partir de tres situaciones: la capacidad de procesamiento de información, el esfuerzo mental y el uso de estrategias de aprendizaje. En efecto, las personas con alto sentido de autoeficacia manifiestan una mayor capacidad para procesar información, por ejemplo, en la comprensión lectora o durante el proceso de escritura, por su parte las personas con bajas creencias en sus capacidades se muestran inseguras, lo que afecta su capacidad de procesamiento de información y un menor desempeño en las actividades ya mencionadas.

De igual manera la autoeficacia influye en el esfuerzo mental que una persona realiza en su proceso de aprendizaje, así una persona con alto sentido de autoeficacia tendrá facilidad para invertir un mayor esfuerzo y controlará pensamientos que podrían hacer ruido en el proceso de aprendizaje, por su parte personas con bajo sentido de autoeficacia, seguramente prestarán atención y serán incapaces de apagar pensamientos que no aportan y que por el contrario dificultan mantener el esfuerzo mental necesario para aprender, afectando negativamente el proceso de aprendizaje.

En cuanto al uso de estrategias una persona con alta autoeficacia tendrá facilidad para idear procedimientos que le permitan alcanzar el éxito, por su parte personas con baja autoeficacia tendrán dificultad para visualizar posibles acciones que los conduzcan al éxito, fruto de los pensamientos negativos del que son víctimas y les será difícil visualizar salidas a situaciones que requerirán atención.

### ***Planeación de cursos de acción***

La capacidad de anticipación del sujeto, presente gracias a los procesos cognitivos, le permite proyectar cursos de acción y visualizar diferentes soluciones a situaciones presentadas, en este sentido una persona con alto sentido de autoeficacia, podrá visualizar más fácilmente diferentes y efectivas formas de actuar, en tanto que una persona con bajas creencias en sus propias capacidades verá afectada su visión por pensamientos recurrentes de fracaso que probablemente obstaculizarán su proceso en la consecución de objetivos.

En el ámbito académico, una baja creencia en las propias capacidades ocupará parte del pensamiento con dudas e inseguridades que no permitirán al individuo visualizar fácilmente estrategias que lo lleven al logro de metas planteadas y por tanto se le dificultará iniciar acciones encaminadas al cumplimiento de sus objetivos.

### ***Esfuerzo y persistencia***

Las creencias en las propias capacidades afectan de forma significativa el esfuerzo y la persistencia que una persona está dispuesta a asumir en la consecución de sus objetivos, en efecto la posibilidad de poseer una visión positiva de las situaciones le permite a la persona dedicar más fácilmente mayor esfuerzo y persistir, por cuanto puede anticipar escenarios en los que dicho esfuerzo y perseverancia los llevará a alcanzar las metas deseadas.

Por su parte si el individuo permite que las dudas y los interrogantes lo abrumen y presiente que, no obstante, su esfuerzo y el tiempo invertido no podrán alcanzar las

metas deseadas, se sentirá agobiado, con una actitud negativa que ocupará su pensamiento y actuará en consecuencia, por lo que evitará la tarea y difícilmente invertirá esfuerzo y tiempo en la consecución de sus actividades.

### ***Orientación y ejecución de la tarea***

En concordancia con lo descrito en los párrafos anteriores, las personas que se perciben con altas creencias en sus propias capacidades podrán mantenerse orientados más fácilmente en la consecución de sus objetivos gracias a su actitud positiva, la claridad mental que brindarán pensamientos efectivos, la anticipación de escenarios de éxito y que aun pese a las dificultades que pudiesen presentarse, tienen el firme convencimiento que podrán superarlos.

En tanto que personas con baja autoeficacia procrastinarán y posiblemente desistirán fácilmente dado el agobio de sus pensamientos, que nublarán su visión y no les permitirán encontrar soluciones eficaces a las dificultades que normalmente se presenta en una situación cotidiana (Bandura, 1997).

### **Procesos motivacionales**

La autoeficacia juega un papel importante en los procesos motivacionales, en efecto gracias a la posibilidad que tiene el sujeto de visualizarse en escenarios futuros los sujetos crean incentivos para persistir en sus esfuerzos, se autosatisfacen con el alcance de objetivos que consideran valiosos en la consecución de metas más altas y se autoexigen en desempeños que determinan como insuficientes, realizan un constante monitoreo del progreso que les permite reevaluar sus objetivos para ajustarlos. En

síntesis, el nivel de autoeficacia se hace evidente principalmente en tres procesos motivacionales: orientación a metas, atribuciones causales y expectativas de resultados.

### ***Orientación a metas***

El establecimiento de objetivos personales está fuertemente influenciado por la evaluación de las capacidades personales. Las personas con alta autoeficacia establecerán metas más concretas y desafiantes, demostrando un mayor compromiso y dedicando mayores esfuerzos en caso de percibir que no están alcanzando sus objetivos (Bandura, 1994b, 1997; Prieto-Navarro, 2012; Schunk, 1990, 2012; Valencia-Vallejo et al., 2019).

Cuando las personas trabajan en una tarea, evalúan su progreso en relación con la aproximación y dificultad de la meta. A medida que experimentan avances hacia su objetivo mediante sus esfuerzos, experimentan un incremento en la percepción de autoeficacia, ya que evidencian que poseen las capacidades y características necesarias para lograr la tarea (Bandura, 1994b, 1997; Prieto-Navarro, 2012; Schunk, 1990, 2012; Valencia-Vallejo et al., 2019). Este proceso se convierte en un ciclo virtuoso que facilita el avance hacia sus propósitos, guía su conducta y crea incentivos que les permiten persistir hasta alcanzar lo pretendido (Prieto-Navarro, 2012).

### ***Atribuciones causales***

La percepción de autoeficacia influye en las atribuciones causales, en efecto, las personas que se perciben altamente autoeficaces, atribuyen sus resultados a factores que dependen de sí mismos, por ejemplo, en el caso de fracaso a la falta de esfuerzo personal, en tanto que las personas con bajo sentido de autoeficacia tienden a conceder gran

importancia a factores externos, que por no estar a su alcance no se encuentran bajo su control (Bandura, 1994; Schunk, 1990).

En este sentido, las personas con altas percepciones de autoeficacia poseen una sensación de control de las situaciones dado que dependen de ellas mismas, lo que les permite encausarse y mantenerse orientados en la consecución de sus objetivos, por el contrario personas con bajo sentido de autoeficacia perciben que pese a sus esfuerzos no podrán controlar la situación por cuanto no se encuentra bajo su control, así que tienden a pensar que por más esfuerzo que realicen les será muy difícil alcanzar las metas planeadas (Prieto-Navarro, 2012; Valencia-Vallejo, 2017).

### ***Expectativas de resultados***

La autoeficacia influye en las expectativas de resultados ya que las personas orientan su conducta gracias a su capacidad para visualizar escenarios de forma anticipada, esta capacidad les permite de igual manera prever las consecuencias de adoptar uno u otro comportamiento. Así las personas con alto sentido de autoeficacia tienden a confiar en que conductas de acción apropiadas, guiadas por el esfuerzo y la persistencia, traerán consigo resultados gratificantes y valiosos, entre mayor sea el valor que se le conceda al resultado y la seguridad en que el curso de acción apropiado llevará a su consecución, más fácil le será al individuo mantenerse en orientado en la tarea (Bandura, 1997; Prieto-Navarro, 2012; Rodríguez-Guardado & Gaeta-González, 2021; Valencia-Vallejo, 2017).

Por su parte un bajo sentido de autoeficacia ocasionará que la persona visualice resultados pobres, pese a los planes y el esfuerzo, nuevamente será abrumado por la duda con la cual difícilmente avanzará. Es complicado avanzar en tareas de exigencia y si a esta situación se le suma luchar contra la duda, la tarea realmente se vuelve muy ardua (Bandura, 1994).

### **Procesos afectivos**

La autoeficacia percibida tiene efecto sobre el estrés, la ansiedad y la depresión que una persona puede experimentar mientras lleva a cabo tareas exigentes en situaciones difíciles. En este sentido, las personas que no dudan sobre sus capacidades manejan la depresión, la ansiedad y el estrés a través del control de los factores que los producen como por ejemplo el dominio de pensamientos perturbadores (Bandura, 1997, 1999). lo que les permite ser más resilientes y poder afrontar situaciones desfavorables de una manera asertiva y positiva, orientando sus esfuerzos en dos sentidos, por un lado esforzándose por superar las dificultades de la mejor manera y por otro lado inhibiendo los pensamientos que podrían complicar la situación.

De otra parte, las personas con baja autoeficacia son víctimas de la ansiedad, la depresión y el estrés. Los pensamientos negativos y recurrentes los agobian llegando a causar no solo malestar emocional como bajo estado de ánimo, miedo e irritabilidad, sino también físico, por ejemplo, depresión del sistema inmune, dolor de cabeza, agotamiento, dolores musculares, etc. (Bandura, 1997, 2002; Valencia-Vallejo, 2017).

Estas sensaciones contribuyen a que las personas magnifiquen la gravedad de las situaciones ocupando su pensamiento en situaciones que probablemente no ocurrirán agravando aún más la angustia, el estrés y la depresión (Schunk, 2012).

### **Proceso de toma de decisiones**

La autoeficacia influye en los tipos de actividades y los escenarios que las personas eligen (Schunk, 2012) debido a que las personas tienden a elegir tareas y contextos en las que se juzgan capaces de manejar. De esta forma, las personas con alto sentido de autoeficacia eligen más fácilmente afrontar y emprender acciones desafiantes, puesto que están seguras de poder tenerlas bajo control no obstante las dificultades. En cuanto a la falta de capacidades, estos sujetos se sienten confiados en su capacidad de aprendizaje, estas características les permiten descubrir nuevos intereses, desarrollar diferentes habilidades, ampliar su círculo social, etc. (Schunk, 1990, 2012).

Por su parte las personas que desconfían de sus capacidades evitan tareas que perciben retadoras, se centran en sus limitaciones personales y en las dificultades que encontrarán al transitar por el proceso, lo anterior los hace mantener al margen de situaciones que podrían resultar enriquecedoras y que no les permite evidenciar sus capacidades y potencialidades.

La autoeficacia difiere de un escenario a otro en tres dimensiones: magnitud, fuerza y generalidad.

## **DIMENSIONES DE LA AUTOEFICACIA**

La autoeficacia puede cambiar dependiendo de la forma en que la persona perciba la tarea a realizar y el contexto, así diferentes autores han identificado que la autoeficacia depende de tres dimensiones:

### **Magnitud**

La magnitud hace referencia a la percepción que una persona tiene sobre el grado de dificultad de la tarea específica a afrontar (Prieto-Navarro, 2012). La literatura indica que las personas con baja autoeficacia elegirán objetivos que no les representen mayor dificultad y que consideren fáciles de alcanzar, en tanto personas con un alto sentido de autoeficacia tenderán a asumir retos más desafiantes y complejos (Dixon et al., 2020).

Cuando un sujeto adopta una nueva tarea, la autoeficacia inicial estará mediada con relación a la similitud con actividades que han sido abordadas en el pasado y la experiencia que el sujeto ha tenido con relación a la misma. De igual manera la percepción en las propias capacidades se va definiendo conforme el sujeto comprende la tarea, los elementos que la componen y su complejidad, en este sentido el desconocimiento de las características de la tarea puede causar una subestimación o sobreestimación de la magnitud y a la vez puede conducir a un desfase entre la autoeficacia inicial y el desempeño real.

### **Fuerza**

La autoeficacia está determinada por la certeza que el sujeto posee sobre sus capacidades para terminar una tarea con éxito (Criollo et al., 2017), así si una persona se

percibe fuerte frente a una tarea, le será más fácil mantener el esfuerzo y la persistencia, participará más activamente, será más resiliente frente al fracaso y adoptará estrategias más efectivas en la consecución de sus objetivos, en tanto que una persona que se considere débil con relación a la tarea designada, manifestará de igual manera una autoeficacia débil con su consecuente comportamiento (Dixon et al., 2020).

### **Generalidad**

Finalmente, la generalidad de la autoeficacia está asociada con la sensación que el sujeto tiene sobre la transferencia de las creencias en sus capacidades para realizar actividades determinadas en contextos anteriores a actividades y entornos nuevos (Valencia-Vallejo, 2017), depende en gran medida de la cantidad de experiencias y de escenarios afrontados anteriormente y de la similitud percibida entre tareas anteriores y la tarea nueva (Criollo et al., 2017; Dixon et al., 2020; Prieto-Navarro, 2012).

Es importante destacar que la autoeficacia no es un rasgo uniforme ni estable (Dixon et al., 2020). En este sentido el presente estudio se interesa en dos dominios particulares: la autoeficacia académica y la autoeficacia para el aprendizaje de ambientes en línea. A continuación, se explican cada uno de ellos junto con sus implicaciones y estudios relacionados.

### **AUTOEFICACIA ACADÉMICA E INVESTIGACIONES RELACIONADAS**

La autoeficacia académica es definida como las creencias que posee un estudiante para organizar, regular y ejecutar acciones encaminadas a alcanzar niveles específicos en ambientes de aprendizaje (Burgos-Torre & Salas-Blas, 2020; Pajares, 1996; Valencia-

Vallejo et al., 2016). La importancia de la autoeficacia académica en el ámbito educativo ha sido respaldada por numerosos estudios empíricos, los cuales la consideran un factor clave para el logro del aprendizaje, incluso por encima de la habilidad innata del estudiante (Castellanos-Páez et al., 2017; Cerino, 2014; Chen et al., 2014; Dixon et al., 2020; Garzón-Umerenkova et al., 2021; Hernández-Jácquez, 2018; Kurtovic et al., 2019; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Olaz, 2001; Sánchez-Rosas, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2018; You, 2018; Zimmerman & Campillo, 2003).

En un estudio realizado en 2017, Gkorezis y sus colegas investigaron la autoeficacia académica y la búsqueda de información sobre el desempeño académico en 248 estudiantes que asistían a primeros semestres en una universidad Griega, los hallazgos encontrados muestran que la autoeficacia académica y la búsqueda de información median de forma positiva con el desempeño académico, pero aún más interesante, que la autoeficacia es un factor determinante en la búsqueda eficiente de información, indicando que la autoeficacia académica es un factor de gran relevancia en los procesos de aprendizaje (Gkorezis et al., 2017).

En un estudio llevado a cabo en 2018, Valdés-Cuervo y sus colegas investigaron la influencia de la autoeficacia académica y el bienestar psicológico en el desempeño académico de 495 estudiantes universitarios mexicanos. Los resultados de este estudio revelaron que entre las variables independientes examinadas, la autoeficacia académica tuvo la mayor implicación en el desempeño académico de los estudiantes (Valdés-Cuervo et al., 2018).

Posteriormente, Rodríguez-Guardado y Gaeta-González (2021) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo principal fue identificar la relación entre perfiles motivacionales y rendimiento académico, en el estudio participaron 204 sujetos con edades entre los 16 y 18 años pertenecientes a cuatro instituciones educativas de México. Las investigadoras determinaron cuatro perfiles académicos obteniendo como resultado que el perfil relacionado con autoeficacia y establecimiento de metas tuvo mayor relación con el rendimiento académico (Rodríguez-Guardado & Gaeta-González, 2020).

De hecho, existe suficiente evidencia empírica que muestra que estudiantes con alta autoeficacia académica poseen un pensamiento y una actitud positivas ante las dificultades, por lo que les es posible visualizar y emplear estrategias efectivas, están dispuestos a realizar mayores esfuerzos con el fin de superar las dificultades y alcanzar sus objetivos académicos (Valencia-Vallejo et al., 2016), en tanto que estudiantes con bajas creencias en sus propias capacidades en el ámbito académico posiblemente tenderán a evocar pensamientos negativos frente a los contratiempos presentados, dificultando la visualización de posibles alternativas de solución y por tanto cayendo en la procrastinación (Castellanos-Páez et al., 2017).

En un estudio realizado por Ratsameemonthon y colaboradores (2018) indagaron acerca del efecto de tres perfiles motivacionales sobre la tendencia a evitar o posponer tareas académicas en 988 estudiantes universitarios tailandeses, los resultados de la investigación mostraron que el modelo motivacional que incluía la autoeficacia tenía mayor relación de tipo inverso con la tendencia a la postergación de las tareas, que los demás modelos motivacionales (Ratsameemonthon et al., 2018).

En esta misma línea Kurtovic y colaboradores (2019) estudiaron el efecto de la autoeficacia académica, el rendimiento académico y el perfeccionamiento adaptativo con la procrastinación en 227 estudiantes croatas. Este trabajo encontró una correlación negativa entre las variables independientes y la dependiente, de igual manera los resultados mostraron una relación directa y significativa entre la autoeficacia académica y el perfeccionamiento adaptativo y por tanto en la tendencia a no procrastinar en las actividades académicas, de igual manera, las investigadora encontraron que la autoeficacia se relacionaba de manera negativa con el perfeccionamiento desadaptativo y en consecuencia con la tendencia a postergar o evitar tareas académicas, desembocando en el bajo desempeño académico (Kurtovic et al., 2019).

Más recientemente, De la Fuente y colaboradores (2020) estudiaron el efecto de la autoeficacia académica, la autorregulación y la hetero regulación sobre la procrastinación en 1193 estudiantes universitarios españoles, los resultados encontraron relación inversa y significativa entre los niveles de autoeficacia académica y la postergación de actividades de tipo académico (De la Fuente et al., 2021).

La autoeficacia también ha sido considerada como un mecanismo que activa la persistencia y el esfuerzo frente a entornos académicos estresantes y demandantes, múltiples investigaciones indican que un estudiante con alta autoeficacia realizará mayores esfuerzos, persistirá y se enfocará más fácilmente en alcanzar metas altas de desempeño académico, en tanto que estudiantes con baja autoeficacia se mostrarán inseguros frente al mismo tipo de escenarios, por lo que podrían ser víctimas fáciles del

estrés y la depresión y por ende no persistirán ni se esforzarán para alcanzar las metas académicas planteadas.

En este sentido You, indagó sobre la autoeficacia académica y el valor de la tarea en ambientes académicos estresantes sobre la persistencia en 483 estudiantes coreanos, los resultados mostraron que la autoeficacia académica se relacionó positiva y significativamente con la persistencia en el aprendizaje así, los estudiantes con mayores niveles de autoeficacia se vieron menos afectados por ambientes estresantes y exigentes comparado con sus compañeros con baja autoeficacia (You, 2018).

Pajares (1996) indica que una alta autoeficacia podría llevar a que el estudiante haga uso de un mayor número de estrategias cognitivas como explorar, predecir, formular preguntar, contra preguntar, emplear analogías, etc., redundando directamente en un buen desempeño académico, en tanto que un estudiante con baja autoeficacia tendrá dificultad para emplear diferentes estrategias cognitivas originando bajo desempeño académico (Pajares, 1996).

En esta línea, estudios adelantados por Castellanos y colaboradores durante el año 2017, buscaban explicar si los problemas de atención median entre la autoeficacia académica y el rendimiento académico. En el estudio participaron 326 estudiantes de instituciones educativas privadas de la ciudad de Tunja, los resultados mostraron que los problemas de atención estaban relacionados con la autoeficacia y el rendimiento académicos, en este sentido las investigadoras explican que los estudiantes con baja autoeficacia académica podrían obtener bajo desempeño académico debido a su falta de

atención en clase y la baja calidad de sus trabajos que también se ve alimentada por pensamientos negativos sobre sus capacidades para tener éxito en el cumplimiento de metas escolares (Castellanos-Páez et al., 2017).

Otros estudios también han relacionado la autoeficacia académica con tareas académicas concerniente a procesos de aprendizaje de tipo superior como los que intervienen cuando se lleva a cabo una investigación. Al respecto un estudio adelantado por Criollo y colaboradores (2017), con 1304 estudiantes de una universidad Ecuatoriana, encontraron que la autoeficacia inicial con relación a la investigación puntuaba baja, los investigadores explicaban este resultado como una especie de “parálisis cognitiva” originada en la expectativa generada al afrontar el reto de producir un proyecto de grado, estas expectativas causaban a su vez cierta intolerancia y negación para adquirir conocimientos relacionados con la investigación por considerarlos difíciles de entender, aburridores y estresantes aun sin haber iniciado el proceso, sin embargo conforme los estudiantes iban ganando experiencia la autoeficacia se modificaba. En este sentido los investigadores señalan que la autoeficacia crece y se consolida con el proceso de formación y con las experiencias positivas, de igual manera facilita la adquisición de conocimientos y el perfeccionamiento de los ya alcanzados y que su desarrollo es muy importante para los procesos cognitivos superiores (Criollo et al., 2017).

Ahora bien, Pajares (1996) indica que estudiantes con desempeños anteriores y niveles de habilidad similares, pueden tener desempeños posteriores distintos si poseen diferentes niveles de autoeficacia académica, dado que dichas creencias median entre los logros de aprendizaje previos y los desempeños académicos, de ahí que la autoeficacia

académica sea considerada por algunos autores como el factor que mejor predice aspectos académicos como el logro del aprendizaje.

En otros ámbitos de estudio, la autoeficacia académica también ha sido relacionada con el uso de redes sociales, al respecto Millonado y Datu (2023) adelantaron un estudio con 566 estudiantes universitarios filipinos con el fin de arrojar luz sobre la controvertida relación por cuanto algunos estudios indican que el uso de Facebook favorece los resultados académicos, en tanto que otros muestran que el uso de la red social ocasiona un resultado desfavorable evidente en la disminución de la autoeficacia y el rendimiento académico.

Al respecto, los autores indican que esta disparidad en resultados podría atribuirse a los contextos culturales en los que se ha estimado esta relación y que podrían no ser generalizables con culturas no occidentales, por tanto, investigar sobre esta relación en contextos asiáticos como el filipino, podría ofrecer conocimientos sobre los posibles riesgos y beneficios de las redes sociales para los contextos académicos.

Si bien es cierto que los resultados mostraron el uso de la red social favoreció la autoexpresión, la evitación del aburrimiento y la promoción de la confianza para realizar múltiples tareas académicas a través de la red social, también llaman la atención los riesgos asociados a su uso inadecuado y excesivo.

En este sentido la dependencia desmesurada, los factores estresantes y la ansiedad generada por su uso, pueden dar como resultado tensiones negativas

manifestadas en la disminución de autoeficacia académica y posiblemente resultados indeseables en diferentes dimensiones de la vida (Millonado-Valdez & Datu, 2023).

Siguiendo la línea de la relación de autoeficacia académica con el uso de redes sociales, durante el año 2022, Fan realizó un estudio sobre la autoeficacia para el aprendizaje del inglés como lengua extranjera y la voluntad para comunicarse a través de un enfoque de aprendizaje de aula invertida con uso de redes sociales.

El enfoque de aula invertida implica que los estudiantes adquieran el contenido antes de la clase a través de recursos en línea como lecturas, actividades interactivas etc., posteriormente la actividad de aula se focaliza en la práctica de lo aprendido mediante actividades colaborativas. En este sentido, la presente investigación empleó las redes sociales como medio de comunicación para incentivar la interacción.

Se esperó que el uso de redes sociales aporte a la experiencia de aprendizaje un impacto positivo por cuanto habría una disposición a comunicarse en un entorno activo, interactivo y significativo, de tal manera que el estudiante tuviera la oportunidad de practicar sus habilidades lingüísticas.

Los resultados mostraron que el uso del enfoque de aula invertida unida a las redes sociales como Telegram, Facebook, YouTube e Instagram, mejoraron la autoeficacia académica de los estudiantes y la intención de comunicarse en un idioma extranjero, ya que redujo la ansiedad y aumentó la disposición para comunicarse y creó oportunidades de interacción individualizada con el profesor y con otros estudiantes.

De esta manera las condiciones experimentales resultaron ser un apoyo que impulsa la autorregulación, la autoestima, el autoconcepto y la autoeficacia (Fan, 2022).

Más recientemente durante el año 2023 Teng y Ying llevaron a cabo una evaluación de múltiples variables relacionadas con la escritura académica en inglés, incluyendo las estrategias de escritura autorregulada, la autoeficacia, la complejidad de la tarea y el desempeño.

En el estudio llevado a cabo por Teng y Ying (2023) en una universidad de China contó con la participación de 270 estudiantes. Durante la investigación, se aplicaron pruebas de escritura autorregulada, autoeficacia y evaluación de escritura de textos científicos. Los resultados obtenidos revelaron que tanto los conocimientos previos como la complejidad de las tareas tuvieron un impacto significativo en el rendimiento de la escritura académica.

Estos hallazgos resaltan la importancia de los conocimientos previos, la complejidad de las tareas, la autoeficacia y el uso de estrategias efectivas en el desarrollo de habilidades de escritura académica. Asimismo, subrayan la relevancia de promover la autoeficacia y proporcionar apoyo en la adquisición de estrategias adecuadas para potenciar el rendimiento de los estudiantes en el ámbito de la escritura académica. (Teng & Ying, 2023).

## **AUTOEFICACIA PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA Y ESTUDIOS PREVIOS**

La autoeficacia para el aprendizaje en línea es definida como las percepciones que posee el individuo sobre sus propias capacidades para planear y llevar a cabo actividades

exitosas con miras a alcanzar el logro del aprendizaje en diferentes dominios del conocimiento a través de ambientes computacionales (Valencia-Vallejo et al., 2016; Yavuzalp & Bahcivan, 2020; Zimmerman & Kulikowich, 2016).

Dado el alto nivel de autorregulación que se requiere para emprender, mantener y culminar con éxito un proceso de aprendizaje a través de ambientes virtuales, resulta de gran importancia la autoeficacia como elemento motivacional. Al respecto varios estudios han buscado relaciones entre la autoeficacia para aprender en ambientes virtuales con el logro del aprendizaje sin encontrar mayor correspondencia (Puzziferro, 2008). De acuerdo con Zimmerman y Kulikowich (2016) este resultado puede deberse a que los estudios se han centrado en la autoeficacia para el uso de las tecnologías y en algunas ocasiones la han restringido a las percepciones sobre las capacidades para manejar el computador (Zimmerman & Kulikowich, 2016).

Las autoras destacan que la autoeficacia para el aprendizaje en línea abarca mucho más que simplemente sentirse seguro en el uso de la tecnología. Implica la capacidad de enfrentar y superar los desafíos específicos que se presentan en el entorno virtual. Para ellas la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea deberían incluir un espectro mucho más amplio. En este sentido proponen tener en cuenta tres elementos: *Autoeficacia para el aprendizaje en línea*, que evalúa la confianza de los estudiantes para aprender de forma efectiva en entornos en línea. Ciertamente, el aprendizaje en línea presenta desafíos únicos, como la autodisciplina, la gestión del propio proceso de aprendizaje, el aprovechamiento de las oportunidades de aprendizaje presentes en el entorno virtual en general, entre otros.

En segunda medida las autoras proponen *la autoeficacia para la gestión del tiempo*, este aspecto está relacionado con la medición de la percepción sobre la capacidad del estudiante para gestionar, organizar y administrar su tiempo durante el proceso de aprendizaje en un ambiente en el que no cuenta con un horario fijo de clases y en el que debe autodirigir su proceso de aprendizaje. De esta manera la autoeficacia para la gestión del tiempo se vuelve crucial para lograr una distribución efectiva de este recurso y lograr cumplir con los plazos de entrega de tareas y proyectos.

Y finalmente *el uso de la tecnología*, que estima la confianza de los estudiantes para utilizar herramientas tecnológicas necesarias para el aprendizaje en línea dado que los estudiantes que aprenden bajo este tipo de ambientes deben familiarizarse y utilizar diferentes plataformas, aplicaciones y recursos digitales soportados en diferentes tipos de tecnologías como computadores personales, celulares, tabletas, etc. En este sentido se hace importante que los estudiantes ubiquen y se beneficien de las herramientas que ofrece el ambiente virtual de aprendizaje no obstante la plataforma y el medio tecnológico que estén usando.

En resumen, la autoeficacia para el aprendizaje en línea abarca percepciones sobre las propias capacidades para localizar y aprovechar los recursos educativos brindados por el ambiente virtual de aprendizaje, gestionar y controlar distracciones presentes en el ambiente de estudio, cumplir las actividades propuestas de forma satisfactoria en los tiempos estipulados, superar dificultades técnicas, manejar del tiempo, adaptarse rápidamente a nuevas tecnologías, comprender y regular su propio aprendizaje, entre otras creencias, todas ellas en el ámbito del trabajo al propio ritmo, sin el apoyo directo

de un profesor o la compañía de pares (Artino & McCoach, 2008; Chen et al., 2014; Yavuzalp & Bahcivan, 2020; Zimmerman & Kulikowich, 2016).

En este sentido, estudios adelantados por Chen y colaboradores (2014), mostraron que en la actualidad se hace cada vez más importante desarrollar en los estudiantes la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes de aprendizaje en línea, dada la permeabilidad de dichos ambientes en la vida cotidiana. Los investigadores trabajaron con 212 estudiantes de secundaria de una escuela vocacional industrial en Taipéi (Taiwán), analizaron aspectos como la autoeficacia para el uso general del internet, el uso académico, la autoeficacia académica y el logro del aprendizaje.

Los hallazgos de esta investigación indican que la autoeficacia para el uso académico del internet tiene una relación significativa y positiva con la autoeficacia académica y con el logro del aprendizaje, en tanto que la autoeficacia para el uso general no. Los investigadores encontraron además, que en algunas ocasiones resulta difícil para los estudiantes identificar las diferencias entre el uso académico y el uso general del internet, esta situación puede causar confusión en el estudiante y por tanto falsas percepciones con relación a su desempeño cuando se aprende en ambientes virtuales de aprendizaje.

Cómo se puede inferir, una alta autoeficacia para el aprendizaje en líneas se convierte en un factor importante para una experiencia de aprendizaje exitosa cuando se emplean ambientes mediados por computador (Chen et al., 2014; Jan, 2015). En

consecuencia, los investigadores resaltan la importancia de crear estrategias para el fomento de la autoeficacia para el aprendizaje en línea (Chen et al., 2014).

Con relación a la importancia de la autoeficacia para el uso de las computadoras, Copeau y Higgins (1995) encontraron que dicha autoeficacia ejerce una influencia significativa en las expectativas y la ansiedad generada en los individuos sobre los resultados al emplear un computador y el uso mismo.

En este sentido los autores indican que la autoeficacia desempeña un papel significativo como rasgo personal que media la decisión de un individuo para utilizar el computador como recurso para el aprendizaje. Así la percepción de seguridad y confianza al utilizar el computador facilitará el uso efectivo de funciones y herramientas que le permitirán adaptarse a las nuevas tecnologías, de ahí la relevancia de fomentarla.

En este mismo sentido posteriormente, Calderín y Csoban (2010) buscaron identificar elementos relacionados con la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, para ello estudiaron la relación entre la autoeficacia, la actitud, la ansiedad y experiencia con computadores en una población de 404 estudiantes de una universidad venezolana.

Las investigadoras encontraron que la ansiedad hacia el uso del computador resultó ser la variable con mayor influencia sobre la autoeficacia y en consecuencia sobre el logro del aprendizaje, estas variables correlacionaron de forma inversa, por lo que los resultados sugieren que los estudiantes que sienten menos miedo hacia el uso del

computador son más autoeficaces y por tanto obtienen mejores resultados en su aprendizaje.

En este sentido, las investigadoras señalan la importancia de brindar experiencias de éxito relacionados con el uso de ambientes de aprendizaje virtuales, con el fin de propiciar en los estudiantes confianza sobre sus propias capacidades a través de la alfabetización para el uso de estos contextos educativo, que bien podrían evidenciarse en apoyos pedagógicos que permitan aprovechar de la mejor manera todos los recursos ofrecidos por los ambientes de aprendizaje en línea para aumentar la autoeficacia y por ende el logro del aprendizaje (Calderín & Csoban, 2010).

Por su parte Jan (2015) corroboró la idea de la importancia de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea. La investigadora examinó las relaciones entre autoeficacia académica, autoeficacia informática, las experiencias previas y la satisfacción con el aprendizaje en línea en 125 estudiantes graduados de cursos en línea de una universidad del medio oeste de Estados Unidos.

El análisis de regresión lineal multivariable mostró que la autoeficacia académica y la autoeficacia para el aprendizaje en línea, claramente son factores de gran importancia para el aprendizaje cuando éste se realiza a través de ambientes virtuales, para la investigadora los educadores y los investigadores interesados en mejorar los procesos de aprendizaje en estos contextos, deben focalizarse en fomentar la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, más que la autoeficacia académica general (Jan, 2015).

Más adelante Bradley y colaboradores (2017), corroboraron la idea de la importancia de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, en un estudio adelantado con 266 estudiantes de una universidad de sur de Georgia. Los investigadores indagaron sobre la influencia de la autoeficacia y la autorregulación en el rendimiento académico en entornos de aprendizaje en línea, aplicaron instrumentos relacionados con la autoeficacia para el uso del internet, autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea y autorregulación de aprendizaje.

Los análisis estadísticos sugieren una alta correlación entre la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la autorregulación en entornos de aprendizaje virtuales, estos hallazgos indican que una alta autoeficacia para aprendizajes en línea, al igual que poseer habilidades de autorregulación de aprendizaje son predictores confiables del éxito académico cuando se aprende a través de estos ambientes (Bradley et al., 2017).

En búsqueda de los factores que influyen en la autoeficacia en los entornos de aprendizaje en línea dado el convencimiento de que la autoeficacia es la clave del éxito en todas las actividades incluido el aprendizaje en línea, Peechapol y colaboradores durante el año 2018 llevaron a cabo una revisión sistemática que incluyó 12 años de estudios relacionados con el tema. Los investigadores encontraron que en coherencia con la teoría de Bandura las percepciones de autoeficacia pueden cambiar como resultado de los efectos ambientales, cognitivos y conductuales que ocurren durante el transcurrir de la vida, los investigadores encontraron que la autoeficacia para el aprendizaje en línea está relacionada directamente con las habilidades adquiridas durante el aprendizaje, la retroalimentación recibida y la ansiedad que puede producir el entorno.

De esta manera, el estudio encontró cinco factores principales: la experiencia y conocimiento de aprendizaje en línea, relacionada con por ejemplo la alfabetización digital, la afición a las tecnologías de la información y a los juegos informáticos, la cantidad de cursos en línea tomados, los conocimientos previos, la autorregulación y la motivación de los estudiantes.

Retroalimentación y recompensa. En efecto, el estudio reportó el beneficio de ofrecer comentarios elaborados y la anticipación de recompensas extrínsecas como oportunidades para alcanzar los objetivos de aprendizaje y en consecuencia descubrir las propias capacidades para tener éxito en el proceso de aprendizaje.

Comunicación e interacción en línea. La investigación señaló una correlación significativa entre la comunicación y las interacciones en línea sobre la autoeficacia. Los investigadores señalaron que ciertamente la autoeficacia para aprender en ambientes en línea se ve influenciada por la oportunidad de interacción alumno-maestro y alumno-alumno a través de formas de comunicación en línea. De igual manera señalan la importancia de la influencia de la identidad comunitaria relacionada con el clima de comunicación y la confianza personal para compartir conocimientos con otros estudiantes no solo referentes a los disciplinarios, sino también para recibir reconocimientos y la oportunidad de observar el éxito de los demás. En este sentido la comunicación brinda alternativas de abordar experiencias vicarias y persuasiones verbales para el fomento de la autoeficacia cuando se aprende en ambientes virtuales.

Influencia social. La revisión sistemática encontró que el factor social relacionada con el apoyo entre compañeros resulta ser un recurso importante que influye en la persistencia y la gestión de los niveles de estrés y ansiedad, lo cual redundará en la autoeficacia para el aprendizaje en línea y por consiguiente en el éxito académico.

Motivación y actitud del estudiante. Los autores refieren la motivación como la medida del esfuerzo sostenido que se orienta al cumplimiento de una meta, sugieren que el nivel de motivación influye directamente sobre el nivel de autoeficacia para aprender en ambientes en línea, señalan además que existe una interrelación compleja entre la motivación y la autoeficacia, es muy probable que la una apoye a la otra y viceversa, sin embargo para los investigadores, una alta motivación muy probablemente ayudará a fortalecer un débil sentido de autoeficacia (Peechapol et al., 2018).

Siguiendo la misma línea Hori y Fujii (2021) indagaron sobre la influencia del uso de las TIC en el ámbito educativo en la autoeficacia y la persistencia utilizando datos obtenidos por el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) durante el año 2018.

Los resultados mostraron que los estudiantes que interactuaban con herramientas TIC con fines académicos obtuvieron puntajes significativamente superiores en autoeficacia académica y en la persistencia comparados con sus compañeros que no acostumbraban a trabajar con este tipo de herramientas.

Estos resultados muestran la importancia del uso continuo de este tipo de herramientas tanto en la escuela como fuera de ella, invita a los docentes a diseñar

actividades exploratorias que se centren en el deseo de aprender de manera autónoma fuera del aula (Hori & Fujii, 2021).

Durante el año 2020, López y colaboradores indagaron sobre el efecto de un andamiaje motivacional sobre el logro del aprendizaje y las autoeficacias académica y en línea, cuando estudiantes aprenden a través de un ambiente m learning. El experimento fue llevado a cabo contando con la colaboración de 56 estudiantes de un colegio femenino de Villavicencio, departamento del Meta, en Colombia.

Los investigadores encontraron que efectivamente los apoyos pedagógicos de tipo motivacional, experiencias de éxito y mensajes también motivacionales, influenciaron de forma positiva sobre las autoeficacias, fomentando el esfuerzo y la persistencia para en el alcance el logro de metas apoyando nuevamente la idea de la importancia de la autoeficacia para el aprendizaje en línea cuando se aprende a través de este tipo de ambientes (López-Vargas et al., 2020).

En estudios más recientes, Stephen y Rockinson-Szapkiw (2021) diseñaron un curso en línea al que llamaron “de alto impacto” sobre la autorregulación y la autoeficacia en ambientes de aprendizaje en línea para verificar su efecto sobre el logro de aprendizaje y la autoeficacia para el aprendizaje en línea, en contraste con un curso en línea tradicional. La experiencia se llevó a cabo con 95 estudiantes inscritos en cursos virtuales de una universidad privada del sureste de Estados Unidos.

El curso de alto impacto incluía apoyos pedagógicos en los cuales se hicieron explícitas las bondades de las ayudas brindadas por el ambiente de aprendizaje como por

ejemplo el uso de biblioteca, foros, comunicación sincrónica y asincrónica con el profesor y los compañeros, al igual que con la mesa de ayuda. Los estudiantes también recibieron instrucción sobre estrategias de autorregulación como por ejemplo el establecimiento de un horario de estudio, técnicas de toma de notas, lectura y escritura, establecimiento de metas y seguimiento del cumplimiento de las mismas que les permitía evaluar su compromiso.

Los resultados indicaron que los estudiantes que trabajaron en el curso de “alto impacto” tuvieron resultados significativamente superiores con relación a los estudiantes que interactuaron con el curso tradicional, de otro lado si bien no hubo diferencia significativa en la variable dependiente autoeficacia para aprendizaje en línea, las investigadoras señalan la importancia de la autorregulación de procesos cognitivos y metacognitivos específicos referentes al aprendizaje en línea y para que ello suceda, los estudiantes deben comprender su proceso de pensamiento y estar motivados para poder cumplir con las metas que se propongan (Stephen & Rockinson-Szapkiw, 2021).

El estudio llevado a cabo por Alali y Saleh (2021) sobre el nivel de autoeficacia de 603 estudiantes de Artes y ciencia de la computación de una universidad paquistaní, particularmente en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y el cumplimiento de las tareas académicas en cursos en línea, concluyó que los estudiantes tenían un nivel moderado para el aprendizaje a través de plataformas en línea y un nivel de autoeficacia mucho mayor en el uso de las TIC. Al respecto, encontraron una relación significativa entre la autoeficacia para el uso las TIC y la autoeficacia académica, por lo que sugieren que los estudiantes deberían tomar un curso sobre el uso de las TIC, como

requisito para cualquier curso en línea, de tal manera que aumente su autoeficacia y también incremente la autoeficacia académica (Alali & Saleh, 2021).

Durante el mismo año, Yeh y colaboradoras buscaron relaciones entre la autoeficacia y la mentalidad creativa en 281 estudiantes de educación primaria. Las investigadoras encontraron que la autodeterminación, la retroalimentación constructiva e inmediata, los estímulos verbales y la evaluación por pares puede apoyar el crecimiento creativo y la autoeficacia para la creatividad mientras los estudiantes interactúan con ambientes virtuales compuestos por juegos que desarrollan la creatividad, indicando una vez más la importancia de las creencias en las propias capacidades y su maleabilidad, es decir que la autoeficacia puede ser modificada (Yeh et al., 2021).

Durante 2022 Jamaluddin y colaboradores buscaron establecer el efecto del aprendizaje Blended Learning y la autoeficacia sobre la resolución de problemas de matemáticas en estudiantes de diferentes niveles educativos.

Los resultados mostraron que estudiantes con autoeficacia alta que participaban en cursos Blended Learning mostraban mejor desempeño en la resolución de problemas que estudiantes con baja autoeficacia. En este sentido, los estudiantes con alta autoeficacia mostraban mayor persistencia y esfuerzo lo que se tradujo en un mejor desempeño a la hora de solucionar problemas matemáticos.

De acuerdo con los autores, resulta de gran importancia trabajar con los estudiantes estrategias como el Blended Learning, por cuanto permite el desarrollo de habilidades de autorregulación a la vez que también las habilidades sociales, la resolución

de problemas y el fortalecimiento de la autoeficacia, teniendo así un impacto significativo en el desempeño académico en matemáticas (Jamaluddin et al., 2022).

Recientemente, Huang y sus colaboradores (2023) llevaron a cabo un experimento que comparaba ambientes de aprendizaje basados en realidad virtual con ambientes basados en video. Su objetivo era investigar la relación entre lo que los autores denominaron "interés situacional" -refiriéndose a las habilidades para manejar situaciones estresantes en el aula- y la "autoeficacia en la gestión del aula" en 49 docentes en formación de una universidad pública en Alemania.

Los resultados revelaron que los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje basado en realidad virtual experimentaron un aumento significativo en el interés situacional y la autoeficacia para la gestión del aula, en comparación con aquellos que utilizaron videos. Sin embargo, trabajar con realidad virtual también impuso una carga cognitiva extrínseca más alta en los participantes que interactuaron con esta tecnología.

Con relación a esto, los investigadores señalan que la realidad virtual inmersiva puede proporcionar un entorno auténtico en el cual los futuros maestros puedan obtener experiencias exitosas que probablemente aumenten su autoeficacia para enfrentar situaciones difíciles en el aula, convirtiéndola así en una herramienta de gran potencial. Sin embargo, los investigadores manifiestan preocupación por el aumento en la carga cognitiva extrínseca que podría atribuirse, en este caso, a la artificialidad del comportamiento de los avatares, que estaban guionizados y no se adaptaban. Esto se debe a que esta tecnología aún se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo.

En este sentido, los investigadores enfatizan que los medios por sí solos no son suficientes para lograr un aprendizaje significativo. Destacan la importancia de investigar a fondo el método de formación inmerso en el ambiente de aprendizaje, específicamente en aquel basado en realidad virtual, ya que este ambiente no debe convertirse en una distracción ni sobrecargar cognitivamente al estudiante, perdiendo así su esencia (Huang et al., 2023).

## CAPÍTULO 4. ESTILO COGNITIVO

---

El estilo cognitivo se refiere al conjunto de características propia que definen y hacen única a la persona (Alomyan, 2004; Huertas-Bustos, 2016; Valencia-Vallejo, 2017). De esta manera el estilo cognitivo va más allá de aspectos meramente relacionados con el aprendizaje, permea diferentes dimensiones de la personalidad, tales como la percepción del entorno, la forma en que resuelve problemas, las relaciones interpersonales, los aspectos afectivos, etc. (Hederich-Martínez, 2004).

De acuerdo con Hederich-Martínez (2004), el estilo cognitivo es un modo habitual de procesar información más allá del contenido, que resulta ser bastante estable y que además se refleja en la forma en que el individuo ejecuta cualquier tipo de tarea. Según el autor, el estilo cognitivo tiene cuatro características esenciales: 1) Es diferenciador ya que determina singularidades propias de la persona; 2) Es relativamente estable, es decir rara vez sufre cambios a lo largo de la vida; 3) Es integrador, pues comprende diferentes dimensiones de la persona; y 4) es neutral, lo que significa que no existe un estilo cognitivo mejor que otro, simplemente son diferentes (Hederich-Martínez, 2004).

En términos generales, los estilos cognitivos podrían percibirse como un sistema continuo normalmente bipolar. Las personas que pertenecen a cada polo poseen unas características perceptuales, analíticas, intelectuales, sociales y afectivas diferentes a las que poseen las personas que pertenecen al polo contrario. Entre polo y polo existen infinidad de puntos intermedios en los cuales se amalgaman características de uno u otro

polo y que toma características más dominantes dependiendo de la cercanía con los mismos (Hederich-Martínez, 2004; López-Vargas, 2008; Valencia-Vallejo, 2017). Así, el estilo cognitivo de cada persona se ubica en un punto dentro de dicho continuo.

El estilo cognitivo ha tenido varias clasificaciones. Por ejemplo, se habla de estilo cognitivo impulsivo y reflexivo (Kagan, 1966), holistas y serialistas (Pask, 1976), niveladores y afiladores (Holzman & Klein, 1954,) y dependencia e independencia de campo (Witkin et al., 1977). En el presente estudio se toma como referencia el estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo, por ser en la literatura, el estilo cognitivo más estudiado.

#### **ESTILO COGNITIVO EN LA DIMENSIÓN DEPENDENCIA-INDEPENDENCIA DE CAMPO (DIC)**

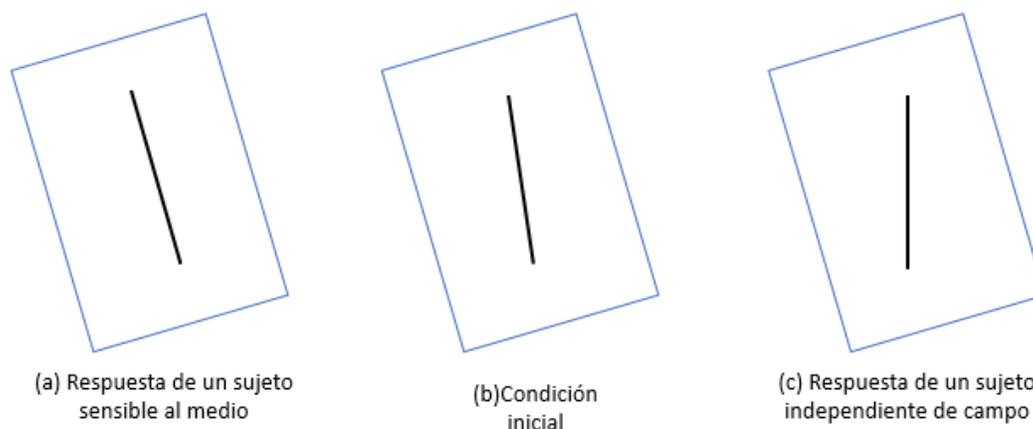
El estilo cognitivo en la dimensión Dependencia-Independencia de Campo (DIC), se originó en los trabajos adelantados por Witkin y Asch en 1948 sobre la apreciación de verticalidad. Witkin y sus colaboradores observaron que al definir la verticalidad algunas personas se enfocan en señales visuales externas como por ejemplo la perpendicularidad y el paralelismo presentes en los elementos del contexto, mientras que otras ignoraban este tipo de elementos y recurrían a la orientación que les brindaba la gravedad.

La Figura 1, tomado de la prueba del marco y la varilla, citado por Hederich-Martínez (2004), ayuda a comprender mejor las observaciones de Witkin, en ella se puede apreciar una condición inicial (b) que Witkin (1948) mostraba a los sujetos que realizaban la prueba; seguidamente les solicitaba que colocaran la varilla, en este caso la línea negra, de forma vertical posteriormente obtenía una de dos respuestas dependiendo del estilo

cognitivo de quien respondía. Así, la respuesta (a) muestra lo que responde un sujeto al que Witkin denominó “sensible al medio”, mientras que la respuesta (c) permite conocer la respuesta de un individuo “independiente de campo” (Hederich-Martínez, 2004).

### Figura 1

*Test del marco y la varilla (RFT: Rod and Frame Test)*



**Nota.** Tomado de *Estilo cognitivo en la dimensión Independencia-Dependencia de Campo - Influencias culturales e implicaciones para la educación-* (p.13), por Hederich-Martínez, 2004, Universitat Autònoma de Barcelona.

Más tarde, los resultados de estos estudios fueron relacionados con la forma en que las personas perciben y organizan imágenes. Witkin y sus colaboradores (1948) notaron que los sujetos denominados “independientes de campo”, mostraban mayor facilidad para visualizar figuras ocultas ubicadas dentro de unas complejas y que por el contrario los sujetos denominados “dependientes de campo” o “sensibles al medio”, presentaban dificultad para visualizarlas. Observaron que los primeros tienden a percibir y

procesar información visual en detalle, mientras que los sensibles al medio tienden a procesar la misma información de manera global (Witkin et al., 1977).

Los investigadores advirtieron que la aptitud para desenmascarar figuras estaba relacionada con la de estructuración y reestructuración de información y eran claramente diferenciadas en los dos grupos ya establecidos. Por un lado, los sujetos clasificados como “independientes de campo” poseían un enfoque articulado que les permite descomponer y recomponer una estructura, mientras que los sujetos “dependientes de campo” poseían una percepción global holística.

Se observó que los sujetos “independientes de campo” tienen la capacidad de percibir los elementos separados de su entorno y pueden imponer una organización cuando no es clara. Por su parte los sujetos “dependientes de campo” perciben los elementos de manera integrada a su contexto y tienden a mantener el orden tal y como se les presenta, aun cuando no haya una estructura clara (Hederich-Martínez, 2004; López-Vargas, 2008; López-Vargas et al., 2012b; Valencia-Vallejo, 2017).

Posteriormente a estos hallazgos, los autores recolectaron evidencias empíricas que relacionaba estos tipos de percepción con dimensiones sociales y afectivas (López-Vargas et al., 2012b). En este sentido, múltiples estudios indican que las personas “independientes de campo” prefieren el trabajo individual, confían en sus juicios y experiencias más que en la información que reciben del entorno. Son menos sensibles a las señales contextuales y sociales y tienden a orientarse internamente, de esta manera toman decisiones de manera autónoma (Nozari & Siamian, 2015). Sin embargo, aceptan ideas a través del análisis, las cuales les permiten procesar información de manera

analítica considerando múltiples perspectivas y alternativas, descomponiéndolas en varias partes y reestructurarla según la necesidad (Valencia-Vallejo, 2017).

Por otro lado, las personas “dependientes de campo” o “sensibles al medio”, tienden a depender de la orientación y el apoyo de los demás, son influenciados por características sobresalientes y tienden a tomar decisiones basadas en la información que reciben del entorno, incluyendo las normas y las expectativas sociales. Por lo que es probable que se aceptan las ideas tal y como se les presentan. Estas características les otorgan buenas habilidades sociales, ya que el ser sensibles a las señales del contexto a menudo les permite ser empáticos y comprensivos con los demás. Debido a su tendencia a procesar información en conjunto, las personas sensibles al medio pueden mostrar habilidades de observación muy fuertes determinando detalles que otras personas pueden pasar por alto; al buscar la aprobación de los demás a menudo son buenas trabajando en equipo y colaborando con los otro. Aunque tienen dificultades para solucionar problemas complejos, las personas dependientes de campo suelen ser muy enfocadas en su tarea y pueden ser muy efectivas al seguir instrucciones detalladas y completar actividades específicas (Alomyan, 2004, 2017; Hederich-Martínez, 2004; López-Vargas, 2008; López-Vargas et al., 2017c; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2018).

Como nota al margen, la clasificación de los estudiantes entre independientes de campo y sensibles al medio se da a través de una distribución de resultados de la aplicación de la prueba EFT, esta distribución es relativa al contexto y al número de participantes, en este sentido de acuerdo con Heidari (2022), los términos independientes

de campo y sensibles al medio podrían interpretarse como absolutos, en cuyo caso en una muestra solo existiría un sujeto independiente de campo, y solo un sujeto sensible al medio (Heidari, 2022), así las cosas el autor recomienda emplear la expresión “orientado a la independencia de campo y “orientado a la sensibilidad al medio” de tal manera que el término recoge la población que se encuentra a uno u otro lado del continuo, de esta manera, el presente estudio aborda la muestra intervenida en dos grupos y los denomina: Estudiantes con tendencia a la independencia de campo y estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio.

## **ESTILO COGNITIVO Y LOGRO DE APRENDIZAJE**

En los entornos educativos, con frecuencia se presume que los estudiantes tienen una manera uniforme de procesar y organizar información, así como la similitud en sus preferencias en el proceso de aprendizaje y en consecuencia se planean y ponen en práctica estrategias pedagógicas iguales para todos los estudiantes (López-Vargas, 2008). Sin embargo, esta situación desestima la importancia que se le da a las características únicas de cada persona y su influencia en el proceso de aprendizaje y desempeño académico. Varios estudios en este campo de investigación han mostrado, tal y como lo señala López-Vargas y colaboradores (2011), que estas diferencias individuales tienen un efecto significativo y determinante en el rendimiento académico (López-Vargas et al., 2011).

En este sentido, los resultados de las investigaciones adelantadas por Witkin y colaboradores (1978) han sido fructíferos y por ende aplicadas en diferentes ámbitos

particularmente en el educativo (Nozari & Siamian, 2015). De hecho, la generalidad de los estudios muestra relaciones estables y consistentes entre el estilo cognitivo DIC y los resultados académicos, independientemente del nivel escolar, la cultura y el área de conocimiento (Hederich-Martínez, 2004; López-Vargas et al., 2012b, 2012a; Tinajero et al., 2011).

En efecto, los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio dada su orientación a prestar mayor atención a elementos sobresalientes sin importar si son o no importantes para completar la tarea, tienden a ser menos estratégicos en su proceso de aprendizaje (López-Vargas et al., 2011).

Por otro lado, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo son más autónomos en su proceso de aprendizaje, emplean estrategias más eficientes en la selección y aplicación de mecanismos cognitivos de recuperación, organización y elaboración en el momento de procesar información, lo que les permite ser más selectivos en la identificación de la información relevante para el desarrollo de las tareas de aprendizaje (López-Vargas & Triana-Vera, 2013). En consecuencia, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo regularmente obtienen mejores resultados académicos que sus compañeros con tendencia a la sensibilidad al medio.

La tabla 1 sintetiza las características de las personas sensibles al medio y los independientes de campo con relación a variables importantes en cuanto a los procesos de aprendizaje.

**Tabla 1***Caracterización de la dimensión DIC*

<b>Variable</b>	<b>Independiente de campo</b>	<b>Sensible al medio</b>
Procesamiento de la información	Son más selectivos en la identificación de información relevante para el desarrollo de las tareas de aprendizaje, se les facilita articularla con esquemas de aprendizaje previos y encontrar puntos de anclaje con tópicos pertenecientes a diferentes contextos.	Son más sensibles a detalles específicos de la información, por lo que pueden ser más hábiles para recordar información específica en un contexto determinado pero pueden tener dificultades para relacionarla con conocimientos previos y para extrapolarla a diferentes contextos.
Procesamiento perceptual	Su procesamiento de información tiende a centrarse en las partes de la información, lo que les facilita articularla y reconstruirla, de tal manera que son proclives al procesamiento de información analítico y detallado.	Tienden a procesar la información visual y espacial de forma más global y holística, prestando atención al contexto general, así suelen ser más eficientes en las tareas que requieren visión general y procesamiento global de la información.
Interacción social	Tienden a preferir el trabajo a su propio ritmo dada su capacidad de procesar información de manera autónoma sin necesidad de requerir marcos claros y definidos para la tarea.	Pueden sentirse más cómodos trabajando en grupos estructurados, dado su gusto por la interacción social y colaboración, suelen beneficiarse de la retroalimentación y el apoyo de los compañeros, pueden tener dificultades al ser ellos quienes deban determinar referencias claras para llevar a cabo la tarea de aprendizaje.
Motivación	Posiblemente se motiven más por desafíos intelectuales y por el deseo de alcanzar metas personales, podrían estar interesados en aprender por el placer de aprender y adquirir conocimientos profundos y especializados.	Valoran la aprobación y reconocimiento de sus profesores y compañeros lo que puede llevarlos a esforzarse para cumplir las expectativas de tal manera que se esfuerzan por realizar las tareas asignadas de forma rigurosa y puntual.

Aspectos educativos	Pueden sentirse más cómodos con un enfoque más flexible y menos estructurado en el aula.	Manifiestan mayor gusto por los enfoques de clase más estructurados y con mayor interacción con el profesor y los compañeros de clase.
	Posiblemente alcancen mejores resultados en evaluaciones que involucren resolución de problemas y aplicación de conceptos.	Se desempeñan mejor en evaluaciones que requieran de memorización y reproducción de información
	Podrían tener más afinidad con disciplinas como las matemáticas, la física, la biología, la química, la informática, la filosofía y las artes.	Probablemente se sentiría cómodo con disciplinas como la historia, la geografía, la antropología la sociología, la psicología y la literatura.
Análisis de la información	Se inclinan por la reflexión y el análisis de la información antes de llevarla a la práctica.	Tienden a preferir la experiencia dirigida, directa y práctica como método para analizar información
Búsqueda de información	Se orientan hacia búsquedas de información flexibles y creativas explorando una alta gama de recursos que pueden estar ubicados en fuentes diversas, de tal manera que presentan facilidad para analizar, relacionar y sintetizar información extraída de diferentes fuentes.	Tienden a seguir un enfoque estructurado y lineal para la búsqueda de información, es posible que presenten dificultades para establecer conexiones entre piezas de información extraídas de diferentes fuentes
Logro de aprendizaje	Se les facilita la composición y recomposición de información, por lo que tienden a analizar la información de manera más detallada y sistemática de tal manera que comprenden y aplican mejor los conceptos académicos. Probablemente se les facilite tareas que requieran habilidades espaciales como la geometría, el diseño, entre otros.	Es posible que dado su tendencia a procesar información de manera secuencial y holística se sientan más cómodos en tareas con estructuras claras y definidas, además de una realimentación constante para alcanzar el logro del aprendizaje, probablemente se las facilitarán tareas académicas que requieran habilidades verbales y de memoria, posiblemente como la ortografía o el aprendizaje de vocabulario.
Manejo de la carga cognitiva	Por su capacidad de detectar y seleccionar información pueden hacer un uso de los	Dada su tendencia a procesar información de manera global pueden presentar dificultades para

	recursos de memoria de forma más eficiente, de esta manera pueden gestionar la demanda cognitiva de tareas nuevas o complejas más fácilmente.	manejar tareas que requieran cargas cognitivas elevadas, por lo que en este tipo de tareas pueden sobrecargarse cognitivamente y no poder procesar información de manera efectiva.
Metas de aprendizaje	Tienden a establecer metas más orientadas al logro de resultados a largo plazo, de tal manera que se les facilita la comprensión profunda del contenido	Tienden a establecer metas de aprendizaje más orientadas a la aprobación inmediata, tienden a centrarse en el contenido presentado de manera clara y organizada.

Es importante tener en cuenta que lo descrito en la tabla anterior son solo patrones generales y que cada estudiante es único en términos de sus fortalezas y puntos por mejorar. Además, las características de cada estilo cognitivo pueden variar según el contexto del estudiante y son influenciadas por otros factores como la motivación y las experiencias de aprendizaje.

Es fundamental reconocer que los estudiantes tienen la capacidad de desarrollar y adaptar estrategias de aprendizaje efectivas según su estilo cognitivo particular. Esto significa que pueden aprovechar sus fortalezas y superar sus desafíos, lo que les permitirá tener un mejor desempeño en todas las áreas escolares.

## **ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL ESTILO COGNITIVO Y EL APRENDIZAJE EN AMBIENTES VIRTUALES**

En los entornos de aprendizaje virtuales, las investigaciones aun no son concluyentes, sin embargo, la mayoría de los trabajos disponibles muestran que los

estudiantes independientes de campo obtienen puntuaciones significativamente mejores que sus compañeros sensibles al medio (Alomyan, 2017; López-Vargas et al., 2020).

Según Bartemous (2003), algunas personas son fuertemente “penalizadas” dadas sus características estilísticas cuando aprenden a través de ambientes virtuales de aprendizaje, debido a que se beneficiarían más de un aprendizaje social que aislado (Bartomeus, 2003).

En un estudios adelantados por Wang, Hawk y Tenopir (2000), se examinó la interacción la interacción de usuarios pertenecientes a diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC. Participaron 40 estudiantes de ciencias de la información pertenecientes a la universidad de Tennessee, cursando primer año de estudios post graduales, los resultamos mostraron que los estudiantes sensibles al medio presentaron mayor dificultad y desorientación cuando navegaban en internet, que sus compañeros independientes de campo (Wang et al., 2000).

Durante el mismo año, Palmquist y Kim (2000) investigaron sobre el efecto del estilo cognitivo en la dimensión DIC sobre el aprendizaje en hipermedia con la participación de 48 estudiantes universitarios. Las investigadoras definieron como indicadores de efectividad de la búsqueda dos elementos: 1) tiempo de rastreo y 2) cantidad de nodo visitados hasta el encuentro de información relevante para el proceso de aprendizaje. Los resultados indicaron que el estilo cognitivo de los estudiantes fue un factor decisivo que favoreció a los estudiantes independientes de campo, especialmente cuando se trataban de estudiantes novatos con marcos de búsqueda autónomos (Palmquist & Kim, 2000).

Estos resultados son consistentes con observaciones realizadas por Alomyan (2017), que indica que los estudiantes dependientes de campo prefieren seguir programas de educación lineales con rutas de navegación estructuradas, mientras que estudiantes independientes de campo muestran capacidades para autodirigir su aprendizaje en ambientes hipermedia no lineales (Alomyan, 2017).

De este modo, los autores recomiendan que el ambiente virtual de aprendizaje le permita al usuario relacionar la interfaz con el concepto del objeto web, el espacio, los metadatos y esquemas de organización (Wang et al., 2000) para lograrlo, podría tenerse en cuenta la recomendación de Alomyan (2017) referente al uso de herramientas de navegación compuesto por mapas que permitan una visión global y general de la navegación y de los contenidos.

De igual manera, los estudiantes sensibles al medio deberían recibir instrucción más específica con relación al uso de las herramientas disponibles en el ambiente de aprendizaje virtual de tal manera que se familiaricen con ellas y sobre todo que se preste orientación más que control en la navegación (Alomyan, 2017).

De otro lado, Angeli (2013) buscó examinar los efectos del estilo cognitivo en 119 estudiantes universitarios, sobre la carga cognitiva, el rendimiento y la interacción de los alumnos durante la resolución de problemas complejos sobre políticas de inmigración con una herramienta de modelado por computador. Los estudiantes fueron clasificados en tres grupos independientes de campo, intermedios y sensibles al medio.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a la carga cognitiva impuesta por el problema sobre uno u otro individuo sin importar el estilo cognitivo al que pertenecía, sin embargo, sí la hubo con relación al desempeño en la resolución de problemas. Efectivamente los estudiantes independientes de campo superaron a los aprendices intermedios y a los sensibles al medio a su vez los estudiantes intermedios aventajaron a los sensibles al medio.

En cuanto a la revisión cualitativa, la investigadora señala que un sistema de aprendizaje en línea debería tener en cuenta cuatro aspectos para favorecer el aprendizaje de todos los estudiantes: 1) proporcionar las herramientas necesarias para resolver los problemas, 2) ser adaptativos de tal manera que pueda apoyar a todos los estudiantes conforme a su estilo cognitivo, 3) proporcionar instrumentos de organización de información y evaluación de datos y 4) brindar estrategias de automonitoreo que permita la evaluación continua del proceso de aprendizaje. Para la autora, el ambiente virtual educativo debe contar con un andamiaje que brinde una experiencia personalizada, que se adapte a las necesidades específicas de cada estilo cognitivo (Angeli, 2013).

En esta misma línea, más tarde durante el año 2015, la misma investigadora indagó sobre la relación entre el estilo cognitivo y el uso de formato de atención dividida, cuando estudiantes resuelven problemas en ambientes virtuales de aprendizaje en una población de 101 estudiantes de segundo año. Los estudiantes fueron clasificados en tres grupos, independientes de campo, intermedios y sensibles al medio, al mismo tiempo cada grupo fue dividido dos y les suministró un problema en uno de dos formatos: el primero con un

gráfico y la explicación en una condición en que era necesario integrar mentalmente la información contenida en ambas fuentes, formato de atención dividida, y en una segunda, formato de atención integrada, en las que las dos fuentes de información estaban unidas espacialmente conforme a las recomendaciones de Sweller (2005).

Los resultados mostraron que el problema en formato de atención dividida afectó a todos los estudiantes sin importar su estilo cognitivo, en tanto que el problema, con formato integrado, favoreció a los estudiantes independientes de campo y a su vez minimizó la brecha de aprendizaje entre estudiantes intermedios y sensibles al medio ya que no se presentaron diferencias significativas (Angeli, 2015). Lo que en cierta forma permite pensar que los formatos integrados favorecieron a los estudiantes sensibles al medio quienes típicamente obtienen menores desempeños en este tipo de problemas.

Al respecto Norzari y Siamian (2015) señalan que los estudiantes independientes de campo tienen mayor posibilidad de separar el problema en diferentes partes para luego articularlas y construir una nueva estructura conforme a sus conocimientos, por su parte los estudiantes sensibles al medio tienden a percibir el problema de forma general con una visión global, por lo que les favorecería este tipo de formato.

Nori y colaboradores (2023), llevaron a cabo un estudio con el objetivo de explorar cómo el estilo cognitivo en la dimensión DIC afecta la memoria espacial y la capacidad de actualización de información espacial desde diferentes perspectivas en un entorno virtual utilizado para recordar rutas. En el estudio participaron 79 estudiantes universitarios pertenecientes al departamento de Psicología de la Universidad de Bolonia. Todos los participantes tenían visión normal o corregida mediante el uso de gafas o lentes de

contacto, de igual manera no informaron enfermedades neurológicas o psiquiátricas actuales o anteriores.

El propósito de la investigación fue examinar cómo el estilo cognitivo en la dimensión DIC afecta el fenómeno conocido como “efecto de alineación de la codificación” en la memoria espacial. El efecto de alineación de codificación se refiere a la tendencia a recordar con mayor precisión y rapidez la información espacial cuando se recupera desde la misma perspectiva o punto de vista desde el cual se codificó inicialmente.

Para ello, los investigadores desarrollaron el VR WaICT, una versión virtual desarrollada en realidad virtual del Walking Corsi Test (WaICT), también conocido como Corsi Block-tapping Task. El WaICT es una prueba cognitiva utilizada para evaluar la memoria espacial y la capacidad de recuerdo de secuencias de ubicaciones espaciales necesaria para seguir rutas. En la versión tradicional del WaICT, los participantes deben seguir una secuencia de pasos alrededor de cuadros tangibles recordando la secuencia y la ubicación exacta en un patrón disperso.

En el VR-WaICT, en lugar de interactuar físicamente con los cuadros reales, los participantes navegan mediante las teclas de flechas o cursores para moverse en el entorno virtual sobre los cuadrados. Además, llevan un casco de realidad virtual proporcionando una experiencia inmersiva.

Inicialmente los estudiantes tuvieron una sesión de práctica en la que se familiarizaron con el casco y el entorno virtual en un espacio cerrado. Una vez estuvieron

listos, un avatar mostró a los participantes una secuencia de 8 pasos. El video se mostró en dos ocasiones, una vez comenzando desde el norte y otra vez desde el sur.

Después de la fase de aprendizaje, los participantes fueron vendados y llevados a otra habitación donde interactuaron con un experimentador durante cinco minutos. Esto se hizo para ocasionar un espacio de relajación y evitar que los participantes repitieran mentalmente los caminos aprendidos mientras se iniciaba la prueba y viciaran el ejercicio. Posteriormente volvieron a la sala experimental, se les quitó la venda y usando el casco de realidad virtual, se les pidió que reprodujeran las rutas aprendidas desde una perspectiva familiar de (0°) y no familiares (45°, 90, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°). El orden de estas perspectivas fue determinada al azar y fue el mismo para todos los participantes. El sistema registró los pasos correctos y el tiempo de respuesta.

Los resultados mostraron que los estudiantes independientes de campo tienden a ajustar su marco de referencia con mayor precisión y rapidez en comparación con los estudiantes sensibles al medio, posiblemente porque utilizan claves internas y son selectivos en la entrada de la información, en este sentido, su rendimiento en la prueba estuvo menos influenciado por la experiencia de rotación de imágenes generadas por el cambio de perspectiva. Por otro lado, los estudiantes sensibles al medio dependían más de claves externas y mostraron dificultades para separar la información de entrada de su contexto, lo que develó posibles dificultades en la tarea de rotación mental en esta población.

Esta investigación aportó conocimiento sobre la forma de percepción de estudiantes con diferentes estilos cognitivos y arrojó luz para futuros estudios que

involucran realidad virtual, por ejemplo aquellos relacionados con el metaverso. (Nori et al., 2023).

Mas adelante, Zhang y Tian (2019) exploraron posibles relaciones entre rendimiento del aprendizaje, estilos cognitivos en la dimensión DIC y modos de enseñanza. La idea era identificar qué modo de enseñanza es más adecuados para qué tipos de estilos cognitivos.

Intervinieron 90 participantes pertenecientes a dos universidades de China, los que fueron asignados a uno de tres modos de enseñanza: un primer grupo trabajó en aula tradicional, un segundo grupo con aprendizaje en línea y el tercero en aula invertida. Posteriormente los resultados se analizaron teniendo en cuenta el tiempo de reacción durante la prueba, el logro y la satisfacción con relación al aprendizaje. Los resultados mostraron diferencias significativas en la influencia de los tres modos de enseñanza con relación a estas variables.

Con relación al estilo cognitivo, los investigadores encontraron que los estudiantes independientes de campo mostraron un tiempo de reacción más rápido durante la prueba en comparación con sus compañeros sensibles al medio. Por su parte el modo de enseñanza se relacionó con las tres variables dependientes. En este sentido, los resultados indicaron que el aprendizaje en aula tradicional mostró mejores resultados en el rendimiento académico, seguidos del aula invertida y en último lugar se encontraron los ambientes de aprendizaje virtuales.

De igual manera, el estudio indicó que los estudiantes sensibles al medio mostraron mayor rendimiento en el aula tradicional y en el modelo de clase invertida que involucran relaciones directas entre profesores y estudiantes, lo que indica que los estudiantes sensibles al medio requieren mayor atención, característica que debería tenerse en cuenta en el diseño de ambientes de aprendizaje virtuales (Zhang & Tian, 2019).

En el estudio realizado por Çebi y colaboradores (2022), analizaron el comportamiento de aprendizaje en línea de los estudiantes y cómo sus características individuales afectan dicho comportamiento, en este sentido, los investigadores utilizaron la técnica de minería de datos para examinar los registros de interacciones de los estudiantes en un sistema de aprendizaje en línea.

En el estudio participaron 74 estudiantes de último año del departamento de Educación en Computación y Tecnologías de Instrucción pertenecientes a una Universidad pública de Turquía. Durante su participación, los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar con cuatro tipos diferentes de contenidos de aprendizaje disponibles en un ambiente virtual de aprendizaje, en la experimentación se recopilaron datos sobre interacciones como páginas visitadas, actividades realizadas y tiempo dedicado a cada actividad.

Se examinaron los patrones de navegación de los estudiantes y se construyó un perfil de micro patrones basado en la frecuencia de ocurrencia de ciertos comportamientos de navegación.

Posteriormente se agruparon los perfiles de comportamientos individuales para identificar grupos de estudiantes que mostraban patrones de navegación similares. En cuanto al estilo cognitivo, los resultados indicaron que los estudiantes independientes de campo preferían la navegación entre video y ejemplos, por su parte los estudiantes sensibles al medio presentaron un patrón de navegación entre tutoriales y ejercicios. Este resultado sugiere que el añadir elementos visuales a explicaciones textuales puede ayudar a estudiantes sensibles al medio e intermedios a lograr un aprendizaje exitoso, de igual forma muestra la importancia de la solución de ejercicios relacionados con el dominio del conocimiento en la población sensible al medio (Çebi et al., 2022).

Como se puede notar existe bastante evidencia empírica que posiciona al estilo cognitivo en la dimensión DIC como una variable de gran importancia en el proceso de aprendizaje por lo que debe ser tomada en cuenta en diseños instruccionales ya sea en ambientes educativos tradicionales o virtuales. En este sentido, el diseño de ambientes de aprendizaje computacionales que favorezcan y hagan más equitativo el aprendizaje para todos los estudiantes, independientemente de su estilo cognitivo, se ha convertido en un reto para los investigadores en este campo (López-Vargas, 2008).

Por ejemplo, Niño-Ramos (2019) investigó la personalización de ambientes educativos digitales controladas por el sistema versus controlada por el usuario con el objetivo de mejorar el logro del aprendizaje en los estudiantes de diferentes estilos cognitivos que cursaban grado quinto de un colegio público de Bogotá, Colombia.

Los resultados indicaron que la personalización de los ambientes de aprendizaje mostró buenos resultados con relación al logro académico. Con relación a los dos modelos

comparados, la investigadora encontró que la personalización realizada por el sistema obtuvo mejores resultados que los ambientes cuya personalización estuvo a cargo del estudiante (Niño-Ramos, 2019).

En dirección similar y tratando de cerrar la brecha en el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos cuando aprenden en ambientes virtuales, Valencia-Vallejo y colaboradores (2019) estudiaron el efecto de un andamiaje metacognitivo sobre la metacognición, la autoeficacia académica y el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC cuando interactúan con un ambiente de aprendizaje e-learning.

En la investigación realizada por Valencia-Vallejo y colaboradores (2019), participaron 67 estudiantes de educación superior de una universidad pública en Bogotá, Colombia. La investigación tuvo un corte experimental con dos grupos: el primero interactuó con un ambiente que incluía el andamiaje metacognitivo, mientras que el segundo grupo interactuó en el ambiente virtual sin andamiaje.

Los resultados indicaron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control con relación a las tres variables dependientes del estudio a favor del grupo experimental. Además, dentro del grupo experimental los estudiantes alcanzaron logros de aprendizaje similares no obstante su estilo cognitivo (Valencia-Vallejo et al., 2019).

Más adelante, López-Vargas y colaboradores (2020) indagaron sobre el efecto de un ambiente de aprendizaje m-learning con contenidos matemáticos que incluía un andamiaje de tipo motivacional en el logro del aprendizaje y la autoeficacia tanto

académica como en línea en estudiantes con diferentes estilos cognitivos. Los investigadores encontraron que el andamiaje motivacional favoreció el logro de aprendizaje y la autoeficacia tanto académica como en línea, eliminando la brecha existente con relación a estas variables en estudiantes sensibles al medio e independientes de campo (López-Vargas et al., 2020)

En esta misma línea López-Vargas y colaboradores (2020) incluyeron un andamiaje de tipo motivacional, pero en esta ocasión en un video juego sobre contenidos matemáticos. En el experimento participaron 52 estudiantes de grado sexto pertenecientes a un colegio público de un municipio de Cundinamarca, Colombia. La investigación tuvo un corte cuasiexperimental, en el que se intervinieron dos cursos previamente conformados. Uno de los grupos trabajó con el videojuego que incluía el andamiaje motivacional y el otro sirvió como grupo control e interactuó con un videojuego que no incluía el andamiaje.

Los resultados obtenidos mostraron que el andamiaje motivacional favoreció el logro del aprendizaje ya que se eliminaron las diferencias tradicionalmente existentes en estudiantes de diferentes estilos cognitivos en cuanto al logro del aprendizaje cuando interactúan con este tipo de escenarios de aprendizaje.

En este sentido los andamiajes como apoyos pedagógicos, representan una expectativa prometedora para eliminar la brecha existente con relación al logro de aprendizaje a través de ambientes virtuales presente en estudiantes con diferentes estilos cognitivos. En el siguiente apartado se puntualizan algunos aspectos tendientes a comprender el término andamiaje y su importancia en el mismo ámbito.

## CAPÍTULO 5. ANDAMIAJE

---

El concepto de andamiaje se refiere al conjunto de apoyos didácticos proporcionados a un aprendiz para que pueda llevar a cabo una tarea o resolver un problema que difícilmente podría realizar de manera independiente (Belland, 2017; Cagiltay, 2006; Doo et al., 2020; López-Vargas, 2014; Pea, 2004; Song & Glazewski, 2023). La palabra andamiaje fue acuñada por Bruner (1978) luego de ser empleada en trabajos adelantados por Wood, Bruner y Ross (1976).

Este concepto pertenece a la teoría social del aprendizaje planteada por Vigotsky (1978) y está relacionada con la zona de desarrollo próximo (ZDP). En este sentido, el aprendiz es asistido por situaciones de andamiaje mientras atraviesa la ZDP permitiéndole así, avanzar en la adquisición de conocimientos y habilidades (Wood et al., 1976). Estas situaciones de andamiaje pueden estar constituida por la ayuda que brinda un profesor, un compañero más experto, un apoyo informático u otro agente pedagógico (Sweller et al., 2008).

### CARACTERÍSTICAS DEL ANDAMIAJE

Basados en la definición de Wood (1976) pueden identificarse tres particularidades propias de los andamiajes: contingencia, intersubjetividad y transferencia (Belland, 2017; Doo et al., 2020; Pea, 2004). *La contingencia* se refiere a la evaluación continua del proceso del estudiante, de tal manera que con este insumo, el tutor evalúa y asigna los apoyos adecuados.

*La intersubjetividad* está relacionada con la interacción del aprendiz con un tutor: maestro, compañero o a agente inteligente; con quien pueden intercambiar fácilmente ideas, negociar significados y en consecuencia aumentar el conocimiento y finalmente, *la transferencia* de responsabilidad que implica que el andamiaje debe motivar al estudiante a tomar el control sobre su proceso de aprendizaje y por tanto los apoyos brindados deben ir desapareciendo (Doo et al., 2020).

Otros autores, señalan que un andamiaje posee dos características fuertemente relacionadas e inherentes a su propio concepto (Jackson et al., 1998; Pea, 2004): por un lado, idealmente un andamiaje debe ser adaptativo es decir, tener la capacidad de ajustarse a las necesidades individuales de los aprendices, para ello su aplicación debe partir de un diagnóstico y mantener un monitoreo constante del proceso que permita determinar las necesidades del estudiante frente al objetivo de aprendizaje. Con estos datos el andamio; profesor, par académico o un agente computacional; determina los tipos de apoyos que debe brindar para que el proceso de aprendizaje sea exitoso.

En segundo lugar debe ser dinámico, lo que implica ir desapareciendo del escenario de aprendizaje es decir, los apoyos se deben ir retirando conforme va avanzando el proceso y el estudiante va alcanzando la meta de aprendizaje, así el andamio va desvaneciendo gradualmente su participación en el proceso y el control es trasferido progresivamente al estudiante permitiéndole que crezca en autorregulación con relación a esa tarea y a situaciones de aprendizaje similares(Cagiltay, 2006).

Por su parte, Belland (2017) hace referencia a cuatro características propias de los andamiajes. En primer lugar un andamiaje es un apoyo temporal que se brinda mientras el estudiante enfrenta una tarea nueva. El autor señala que la ayuda proporcionada después de que el estudiante ha realizado la tarea no puede considerarse como un andamiaje. Del mismo modo un apoyo que está presente durante todo el proceso de aprendizaje tampoco puede ser considerado como andamiaje ya que el andamiaje no será necesario cuando el estudiante pueda realizar la tarea de forma independiente.

En segundo lugar, el andamiaje debe conducir al estudiante a desenvolverse de manera independiente en la tarea. Es decir, un andamiaje debe ayudar al estudiante a mejorar sus habilidades y participar de manera significativa en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, una calculadora no constituye un andamiaje, ya que es una herramienta de uso, pero no ayuda al estudiante a desarrollar la habilidad.

En tercer lugar, el andamiaje no simplifica la tarea, ya que no evita que el estudiante enfrente dificultades. Enfrentar dificultades es una oportunidad para lograr un aprendizaje sólido. Finalmente, un andamiaje fomenta la participación significativa del estudiante en su proceso de aprendizaje, permitiéndole experimentar un desempeño exitoso en la ejecución de la tarea (Belland, 2017).

En este sentido, a medida que las tecnologías de la información y comunicación se hacen presentes en el ámbito educativo, el concepto de andamiaje también se aplica al entorno tecnológico. Por lo tanto, en el siguiente apartado, este documento se centrará en los andamiajes computacionales.

## **ANDAMIAJES COMPUTACIONALES**

De acuerdo con Bellard (2017), los andamiajes computacionales deben ser diseñados y desarrollados considerando con anticipación los escenarios de aprendizaje y su aplicación. En este sentido, el autor destaca que el diseño de andamiajes computacionales debe comprender de manera profunda la habilidad que promoverá, tener en cuenta las dificultades que el estudiante posiblemente afrontará, considerar posibles situaciones en las que se utilizará el andamiaje y diseñar la estrategia que se espera ayude al estudiante a superar la brecha en su proceso de aprendizaje. Estas estrategias pueden adoptar diversas formas. A continuación, se presentan algunas clasificaciones relacionadas con los andamiajes computacionales.

### **TIPOS DE ANDAMIAJES COMPUTACIONALES**

Algunos autores han clasificado los andamiajes como implícitos y explícitos (Hadwin y Winne (2001), en este sentido, los andamiajes implícitos son apoyos que se proporcionan al estudiante de manera indirecta de tal manera que facilitan el proceso de aprendizaje sin que el estudiante sea consciente del apoyo. De esta manera puede ser un andamiaje implícito la organización y el diseño cuidadoso del entorno de aprendizaje virtual, las interacciones intuitivas, las estructuras bien definidas, etc.

De otro lado, el andamiaje explícito, implica instrucciones evidentes para el usuario, en tal sentido son claras y directas, brindando orientaciones específicas de tal manera que se facilite el proceso de aprendizaje.

Otra clasificación por Azevedo y colaboradores (2008), hace referencia a los andamiajes adaptativos y fijos. Los andamiajes adaptativos se caracterizan por ajustar la cantidad y tipo de apoyos brindados en función del desempeño y progreso del estudiante. Pueden ser incluidos como parte de la adaptación: el ajuste de la dificultad de tareas, entrega de retroalimentaciones específicas, recomendaciones particulares, personalización de los materiales y recursos educativos, entre otros. Por su parte los andamiajes fijos no presentan diferencias con relación a las características individuales de los sujetos que interviene.

Existen otros tipos de andamiajes utilizados para el aprendizaje en línea. Jumaat y Tasir (2014) identificaron cuatro tipos principales de andamiajes: andamiaje procedimental, andamiaje conceptual, andamiaje estratégico y andamiaje metacognitivo. Para los autores, el andamiaje conceptual se centra en el desarrollo de la comprensión del concepto a través de la interacción con el ambiente virtual de aprendizaje, puede incluir diversas herramientas como presentaciones multimedia, actividades interactivas, discusiones en línea, ejemplos concretos, etc.

Por su parte el andamiaje procedimental apoya al estudiante a través de estructuras que le permiten desarrollar habilidades y competencias prácticas en el proceso de aprendizaje. Brinda apoyo en las etapas de ejecución de la tarea paso a paso, de tal manera que el estudiante pueda aprender y practicar las habilidades requeridas.

El andamiaje estratégico se centra en proporcionar apoyo a los estudiantes para desarrollar habilidades y estrategias efectivas, es decir, ayuda a los estudiantes a adquirir

y aplicar estrategias cognitivas, metacognitivas y motivacionales de tal manera que posean las herramientas para abordar de una manera más efectiva la tarea de aprendizaje.

El andamiaje estratégico brinda apoyo y orientación en el desarrollo de habilidades como planificación, organización, autorregulación y monitoreo del propio aprendizaje, puede incluir estrategias para fomentar la motivación, la gestión del tiempo y el manejo del estrés.

Finalmente, el andamiaje metacognitivo ofrece apoyo a través de estructuras que buscan que el estudiante desarrolle el control sobre sus procesos de aprendizaje es decir, reflexiones sobre su pensamiento y monitoree su comprensión, de esta manera se fomenta en el estudiante la apropiación de las estrategias que el andamiaje sugiere y pueda adaptarlas de acuerdo con la necesidad presentada durante el proceso de aprendizaje (Jumaat & Tasir, 2014).

Para Belland (2017) existen cuatro tipos de andamiajes: andamiaje conceptual, andamiaje estratégico, andamiaje metacognitivo y andamiaje motivacional. En esta clasificación el andamiaje conceptual proporciona apoyo al orientar a los estudiantes hacia aspectos importantes que lleven al estudiante a una mejor comprensión de los conceptos de estudio, en este sentido son andamiajes conceptuales todas aquellas estrategias que le permitan al estudiante focalizarse en organizar y explicar contenidos de tipo disciplinar. El autor indica que por ejemplo, pueden ser andamiajes conceptuales:

paneles de expertos y actividades como animaciones y/o mapas conceptuales, que implican planeación y elaboración.

En cuanto al andamiaje estratégico proporciona al estudiante tácticas que sirven como guía para tomar decisiones en el momento de abordar un problema o tarea. Este tipo de andamiajes puede variar según el enfoque teórico sobre el que se está usando. Así por ejemplo bajo enfoque pedagógicos activos, el andamiaje estratégico debe permitir al estudiante cierta autonomía.

Por otro lado, si el enfoque se relaciona con la teoría de retroalimentación y control de la actividad cognitiva (ACT-R), en la que se busca maximizar el éxito de la práctica, el andamiaje estratégico podría proporcionar al estudiante retroalimentación inmediata sobre la tarea que se está ejecutando.

Con relación al andamiaje metacognitivo pueden ayudar al estudiante en varias aspectos como planificación, monitorización, regulación y reflexión con el fin de promover la evaluación del propio pensamiento. Para el autor, son ejemplos de andamiajes metacognitivo todos aquellos apoyos que le permitan al estudiante monitorear su progreso a través de la revisión del cumplimiento de metas, otro ejemplo de andamiaje metacognitivo pueden ser los apoyos que ayuden al estudiante a evaluar la calidad de sus ideas y trabajos como las rúbricas de evaluación.

Finalmente, el andamiaje motivacional tiene como objetivo mejorar la motivación académica de los estudiantes con respecto a los contenidos del proceso de aprendizaje,

promoviendo el esfuerzo y la persistencia. Para lograr esto el andamiaje motivacional puede utilizar diversos apoyos:

1. Mejorar las expectativas de éxito de los estudiantes mediante ejemplos de éxito utilizando el aprendizaje vicario, ofrecer retroalimentación y reconocimiento positivo de tal manera que se incrementen los niveles de motivación para enfrentar el desafío de aprendizaje.
2. Comprender la importancia y el propósito de la tarea estableciendo su relevancia y aplicabilidad en la vida cotidiana, en el logro de sus metas futuras y el desarrollo personal y profesional.
3. Fomentar metas de dominio estableciendo propósitos desafiantes pero realistas y concretos, promover la autorreflexión sobre el avance en el proceso y enfatizar en la capacidad propia para alcanzarlos.
4. Fortalecer la autoeficacia a través de las experiencias de éxito proporcionadas en el ambiente virtual de aprendizaje y en general apoyos que le permitan al estudiante percatarse de la importancia del esfuerzo y la persistencia en la culminación exitosa de la tarea de aprendizaje (Belland, 2017).

## **ESTUDIOS RELACIONADOS CON ANDAMIAJES COMPUTACIONALES**

En el ámbito de los procesos de aprendizaje mediados por computador, múltiples investigaciones coinciden en que dado su formato no lineal y con abundantes formas de representación de conocimiento, brinda posibilidades importantes de un aprendizaje de calidad, pero también exige la participación del estudiante través de la toma de decisiones

que a su vez requieren el uso de procesos metacognitivos, de autorregulación y motivacionales (Trevors et al., 2014).

En este sentido los andamiajes deben, además de apoyar los procesos de aprendizaje sobre el dominio de conocimiento, contribuir en el desarrollo de habilidades de autorregulación, como por ejemplo el planteamiento de metas, el diseño de planes de acción, el monitoreo constante de los procesos, entre otros (Gidalevich & Kramarski, 2018; López-Vargas, 2014; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010).

Así, los investigadores que se dedican a este campo de estudio han diseñado e implementado apoyos de diferentes naturalezas a través de procesos organizados con la intención de favorecer factores considerados críticos en el proceso de aprendizaje para mejorar la probabilidad de éxito (López-Vargas, 2014), de esta manera el diseño e implementación de andamiajes computacionales se ha convertido en un verdadero reto para los investigadores dados los requerimientos aquí señalados y los resultados no concluyentes sobre la naturaleza y los elementos que lo componen.

El respecto el grupo de investigación COGNITEK ha centrado gran parte de su esfuerzo investigativo en el diseño y desarrollo de andamiajes computacionales que presten apoyo los estudiantes no obstante su estilo cognitivo en la dimensión DIC, cuando aprenden a través de ambientes virtuales. En esta medida han focalizado sus esfuerzos en la búsqueda de constructos que al ser incluidos de manera intensional en los andamiajes puedan causar este efecto.

En su trasegar investigativo, el grupo ha experimentado con conceptos de autorregulación como la metacognición, motivacionales como la autoeficacia y las metas, de procesamiento de información como la carga cognitiva trabajándolos de manera individual y combinándolos en un esfuerzo por encontrar la amalgama perfecta que pueda hacer estos medios de aprendizaje mucho más accesibles a todos los estudiantes sin importar su estilo cognitivo.

Al respecto, el grupo ha encontrado prometedores hallazgos al conseguir que estudiantes sensibles al medio y que tradicionalmente han sido tratados al margen en este ámbito de aprendizaje, logren resultados académicos similares a los alcanzados por sus compañeros independientes de campo cuando interactúan con este tipo de ambientes de aprendizaje.

Los trabajos adelantados por el grupo de investigación COGNITEK de la Universidad Pedagógica Nacional, podrían clasificarse de acuerdo con el tipo de andamiajes incluidos en los ambientes de aprendizaje desarrollados. Así se podrían determinar tres categorías principales: 1) Andamiajes orientados a la autorregulación del aprendizaje, 2) Andamiajes metacognitivos y 3) Andamiajes motivacionales:

### **Estudios que involucran andamiajes orientados a la autorregulación del estudiante**

Los estudios clasificados en este grupo diseñaron e implementaron andamiajes cuyo objetivo consistía en fomentar la autorregulación del estudiante, ayudándolo a establecer metas, monitorear su propio progreso, regular sus estrategias de estudio y evaluar su desempeño. A continuación se explican algunos de ellos

Durante el año 2010, López-Vargas y Hederich-Martínez llevaron a cabo un experimento utilizando apoyos orientados a la autorregulación en un software que trataba el tema de transformaciones geométricas en el plano. El estudio involucró a un grupo de 128 estudiantes que cursaban grado décimo y que fueron asignados a uno de cuatro grupos experimentales. Estos grupos fueron: hipermedia con andamiaje y aprendizaje individual, hipermedia con andamiaje y aprendizaje en parejas, hipermedia sin andamiaje y aprendizaje individual e hipermedia sin andamiaje y aprendizaje en parejas.

Los resultados mostraron que el uso de andamiaje autorregulado y el aprendizaje en parejas influyó significativamente en el desarrollo de habilidades de aprendizaje autorregulado y en el logro de aprendizaje (López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010).

Más adelante, en la misma línea, López-Vargas y colegas (2012), incluyeron andamiajes de naturaleza motivacional y metacognitiva en un software sobre conceptos matemáticos. En el experimento participaron 128 estudiantes de grado décimo a quienes se les administró el cuestionario MSLQ con el objetivo de estimar la capacidad para autorregular el aprendizaje, de igual manera, se midió el estilo cognitivo a través de la prueba EFT y el logro académico a través de las calificaciones finales de matemáticas obtenidas en el año inmediatamente anterior.

Los resultados del estudio realizado por López-Vargas y colaboradores (2012) revelaron correlaciones entre el aprendizaje autorregulado y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, así estudiantes independientes de campo mostraron mayor autorregulación en los procesos de aprendizaje que estudiantes sensibles al medio.

En la misma línea, Valencia-Vallejo y colaboradores (2019) estudiaron la influencia de apoyos metacognitivos y de motivación sobre el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos. El estudio fue llevado a cabo con 67 estudiantes de educación superior en una universidad pública de Bogotá, Colombia. Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a una de dos situaciones experimentales, el primer grupo interactuó con un entorno de aprendizaje virtual que incluía un andamiaje metacognitivo y el segundo grupo actuó como grupo control.

Los resultados mostraron que el uso de los andamiajes favoreció significativamente las habilidades metacognitivas, la autoeficacia académica y el logro de aprendizaje (Valencia-Vallejo et al., 2019).

Más recientemente, Moreno-Caro y colaboradores (2021), experimentaron con un andamiaje computacional que buscaba impactar sobre el logro (comprensión lectora) y la autorregulación del aprendizaje a través de la regulación social (regular la tarea Vs regular la comunicación) y dos métodos de conformación grupal (homogéneos y heterogéneos según el logro de aprendizaje inicial). El estudio se llevó a cabo con 166 estudiantes de educación media de una institución pública de Bogotá, Colombia.

Los resultados mostraron que la regulación de la tarea tuvo un mayor impacto sobre el logro y la autorregulación que la regulación de la comunicación, de igual manera los grupos homogéneos alcanzaron mejores resultados que los grupos heterogéneos y finalmente se eliminó la diferencia significativa en el logro de aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos (Moreno-Caro et al., 2021).

Estos hallazgos son de gran importancia, ya que sugieren una posible relación entre el estilo cognitivo y la autorregulación del aprendizaje. Como resultado, las investigaciones relacionadas han buscado identificar factores que contribuyan a mejorar las habilidades de autorregulación. A continuación, se presentan algunas investigaciones que se centran en andamiajes metacognitivos.

### **Estudios que incluyeron andamiajes metacognitivos**

Estos andamiajes están diseñados para desarrollar la metacognición en los estudiantes es decir, la capacidad de reflexionar sobre su propio pensamiento y controlar sus procesos cognitivos. En seguida se presentan estudios realizados por el grupo COGNITEK que incluyen andamiajes metacognitivos

Durante el (2018) Huertas-Bustos y colaboradores buscaron determinar el efecto de un andamiaje metacognitivo sobre búsqueda de información en la web. En el estudio participaron 104 estudiantes de grado décimo inscritos en una clase de química de un colegio de la ciudad de Bogotá (Colombia) distribuidos en tres grupos previamente conformados. Cada uno de los grupos de trabajo interactuó con una de tres condiciones experimentales: 1) Con un andamiaje fijo, 2) Con andamiaje opcional y 3) Sin andamiaje.

Se estimó la conciencia metacognitiva antes y después de la intervención. Los resultados mostraron que el andamiaje fijo tuvo un efecto significativo sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas, en particular: la planificación, la organización, el monitoreo y la evaluación, todas relacionadas con el conocimiento procedimental. Con relación al

andamiaje opcional, no tuvo el efecto esperado por cuanto su uso fue limitado por parte de los estudiantes (Huertas-Bustos et al., 2018).

López y colaboradores (2017) indagaron el efecto de un andamiaje metacognitivo y el estilo cognitivo en la dimensión DIC sobre la carga cognitiva y el logro del aprendizaje. En el estudio participaron cincuenta y cuatro estudiantes que cursaban grado once en un colegio público de la ciudad de Bogotá, Colombia, inscritos en una clase de filosofía sobre lógica.

Los participantes estaban distribuidos en dos grupos previamente conformados, uno de los grupos interactuó con el entorno hipertextual que contenía dentro de su estructura un andamiaje metacognitivo, el otro curso actuó como grupo control.

Los resultados mostraron que el uso de andamiaje tuvo efecto significativo en las cargas cognitivas intrínseca y extrínseca a favor de los estudiantes que interactuaron con el entorno hipertextual que incluía el andamiaje metacognitivo. De otro lado, los estudiantes con estilo cognitivo independiente de campo mostraron diferencias significativas en la carga cognitiva en comparación con sus compañeros sensibles al medio e intermedios.

Mas adelante Solorzano-Restrepo y López-Vargas (2019) analizaron el efecto de un andamiaje metacognitivo y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, sobre la carga cognitiva, la conciencia metacognitiva y el logro del aprendizaje cuando estudiantes interactúan en un ambiente e-learning. El estudio se llevó a cabo con 67 estudiantes de

pregrado en Bogotá (Colombia). Los estudiantes fueron asignados a dos grupos, uno trabajó con andamiaje y el otro sin andamiaje.

Los resultados mostraron que los estudiantes sensibles al medio que interactuaron con el andamiaje metacognitivo, hicieron un uso más eficiente en sus recursos de memoria, por cuanto las cargas cognitivas extrínseca e intrínseca disminuyeron durante el proceso de aprendizaje con relación a sus compañeros que no tuvieron el apoyo del andamiaje, de igual manera los resultados en cuanto al logro de aprendizaje fueron significativamente superiores en estudiantes que interactuaron con andamiaje (Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

Estos hallazgos sugieren que la implementación del andamiaje permite un uso más eficiente de los recursos de memoria, por cuanto posiblemente focalizó la atención del estudiante en los puntos y estrategias relevantes para alcanzar el logro de aprendizaje. Este estudio indica que contrario a lo que podría pensarse, el andamiaje no es un elemento intrusivo que satura cognitivamente al usuario del ambiente de aprendizaje, por el contrario, cataliza los procesos de aprendizaje.

En el siguiente apartado se muestran investigaciones que han integrado andamiajes motivacionales.

### **Investigaciones con andamiajes o módulos motivacionales incluidos**

Los andamiajes tratados en estos estudios se centran en fomentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. En esta categoría, se

presentará en primer lugar un estudio relacionado con el establecimiento de metas, seguido de estudios que incluyen andamiajes que buscan fomentar la autoeficacia.

López-Vargas y colaboradores (2014) estudiaron la influencia del estilo cognitivo en la fijación, precisión y ajuste de metas registradas por estudiantes mientras interactuaban con un software sobre resolución de problemas con triángulos rectángulos. La muestra del estudio estuvo conformada por 85 estudiantes de grado décimo de una institución pública en la ciudad de Bogotá, Colombia.

Los hallazgos indicaron que el estilo cognitivo puede estar relacionado con la autorregulación de aprendizaje, específicamente con relación al planteamiento de metas. En este sentido, los investigadores observaron que los estudiantes con un estilo cognitivo independiente de campo tienden a establecer metas más altas y precisas que sus compañeros sensibles al medio (López-Vargas, Ibáñez-Ibáñez, et al., 2014).

Durante el año 2012, López-Vargas y Valencia-Vallejo, examinaron la influencia de un andamiaje sobre percepción de autoeficacia hacia el logro del aprendizaje el logro académico y el estilo cognitivo bajo tres condiciones: a) presencia o ausencia de andamiaje, b) aprendizaje individual o en parejas y c) estilo cognitivo (dependientes, intermedios e independientes de campo).

La muestra del estudio estuvo compuesta por 140 estudiantes de grado décimo de una institución pública en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia. Los participantes fueron distribuidos en cuatro grupos previamente conformados. Los

resultados mostraron un efecto significativo del andamiaje y el trabajo por parejas sobre la autoeficacia y el logro del aprendizaje (López-Vargas & Valencia-Vallejo, 2012).

Posteriormente López-Vargas y Triana-Vera (2013) incluyeron un módulo que tenía como fin favorecer la autoeficacia en un ambiente de aprendizaje basado en computador que trataba operaciones con números racionales.

El estudio se llevó a cabo con 50 estudiantes de dos cursos previamente conformados cursando grado quinto de primaria en un colegio público del municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia, durante la experimentación uno de los grupos interactuó con el ambiente computacional que integraba el módulo de autoeficacia y el otro grupo funcionó como grupo control.

Los resultados mostraron que las diferencias del logro del aprendizaje desaparecieron y que este mismo factor mejoró en todos los estudiantes sin importar su estilo cognitivo al igual que su percepción de autoeficacia hacia el estudio de las fracciones (López-Vargas & Triana-Vera, 2013).

Un año más tarde, López-Vargas y colegas (2014) examinaron el efecto de un andamiaje motivacional sobre la fijación de metas, la autoeficacia y el logro de aprendizaje en 50 estudiantes de grado quinto pertenecientes a una institución oficial del municipio de Soacha, Colombia.

Los resultados mostraron que los estudiantes independientes de campo se formulan metas más exigentes que sus compañeros sensibles al medio, por otro lado, el

módulo de autoeficacia permitió desvanecer las diferencias entre estudiantes de diferentes estilos cognitivos con relación al logro del aprendizaje y a la autoeficacia(López-Vargas, et al., 2014).

Mas adelante López-Vargas y colaboradores (2020) trabajaron con un andamiaje motivacional incluido en un ambiente de aprendizaje m-learning, buscando el efecto sobre el logro académico y la autoeficacia académica en ambientes online.

El estudio se llevó a cabo con 56 estudiantes de educación secundaria de un colegio femenino de la ciudad de Villavicencio (Meta - Colombia) que estaban asignadas a grupos previamente conformados, un grupo interactúo con el ambiente que incluía andamiaje motivacional, mientras que el ambiente virtual del segundo grupo no contaba con andamiaje.

Los resultados mostraron que el andamiaje favoreció el logro del aprendizaje y las autoeficacias tanto académica como en línea en los estudiantes no obstante su estilo cognitivo(López-Vargas et al., 2020).

Más recientemente López-Vargas y colaboradores (2022) indagaron sobre el efecto de un videojuego sobre contenido matemático que incorporaba un andamiaje motivacional basado en autoeficacia, sobre el logro de aprendizaje y la autoeficacia académica. Participaron en el estudio 52 sujetos de grado sexto de un colegio público de un municipio de Cundinamarca, Colombia. El estudio siguió un modelo cuasiexperimental en el que uno de los grupos interactúo con andamiaje motivacional y el otro con videojuego sin andamiaje.

Los resultados mostraron que el andamiaje favoreció el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos de igual manera no se hallaron diferencias significativas en el mismo grupo con relación a la autoeficacia académica (López-Vargas et al., 2022)

Como puede observarse, el trabajo adelantado por el grupo de investigación COGNITEK ha mostrado resultados interesantes y prometedores, por cuanto han logrado disminuir la brecha tradicionalmente existente en el logro de aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC, cuando interactúan con ambientes virtuales de aprendizaje a través del diseño e implementación de andamiajes que permiten atender las diferencias individuales y el fomento de las habilidades de autorregulación, la metacognición, la autoeficacia y más recientemente la carga cognitiva.

### **Otras investigaciones relacionadas**

Investigaciones en el ámbito internacional también muestran los beneficios del trabajo con andamiajes cuando se aprende a través de ambientes virtuales. Por ejemplo, Suryani y colaboradores (2021) adelantaron un estudio que tuvo por objetivo evaluar el impacto de una estrategia de andamiaje basada en B-learning, asistida por Google Classroom sobre el logro del aprendizaje y la autoeficacia, en 77 estudiantes de Educación en Física de una universidad pública en Bandar Lampung, Indonesia durante al año académico 2019/2020.

El estudio utilizó un diseño de investigación de preprueba y posprueba con un solo grupo. Se aplicaron instrumentos para medir la autoeficacia (dimensiones: magnitud,

fortaleza y generalidad) antes y después de la intervención así mismo se aplicó una prueba sobre actitud hacia el aprendizaje.

Los resultados mostraron que la estrategia de andamiaje planteada permitió mejorar el logro de aprendizaje al igual que la autoeficacia, por cuanto los investigadores encontraron diferencias significativas entre los resultados obtenidos antes y después de la intervención. (Suryani et al., 2021).

Durante el mismo año Belland y colaboradores (2022) llevaron a cabo una investigación que buscaba determinar qué combinaciones de andamiajes, ámbito de uso y niveles de evaluación, favorecerían de forma significativa el logro del aprendizaje de estudiantes universitarios y de posgrado en informática e ingeniería.

Para ello se analizaron experiencias exitosas anteriores, así se determinaron ocho categorías diferentes y que fueron catalogadas en tres grupos: alto impacto, impacto mediano y una tercer descrita como de impacto tanto alto como mediano.

Los resultados mostraron que la combinación de desvanecimiento y adición del andamiaje es más efectiva cuando el andamiaje es específico al contenido de estudio y está basada en el nivel de rendimiento. Según el estudio este tipo de andamiaje puede mejorar las habilidades de orden superior y la integración del conocimiento.

De igual manera encontraron que los andamiajes que proporcionan orientación procedimental específica, por ejemplo, una estrategia para la resolución de problemas resulta ser bastante beneficiosa.

Para los investigadores los factores con mayor influencia para el proceso de aprendizaje fueron, el contexto en el que se brinda el andamiaje, el ajuste del apoyo brindado a lo largo del tiempo de acuerdo con las necesidades y la estructuración reglas que guían los cambios de apoyo (Belland et al., 2022).

Mas adelante, Song y Glazewski (2023) indagaron la formulación de preguntas para ello emplearon un andamiaje para la generación de preguntas, mientras estudiantes trabajan en comprensión de lectura en el marco de aprendizaje autorregulado. El estudio se llevó a cabo con la participación de 74 estudiantes de grado séptimo de una escuela primaria de Kenia, los participantes fueron asignados a uno de tres grupos: 1) Generación de preguntas con andamiaje, 2) generación de preguntas sin andamiaje y 3) instrucción directa con preguntas del docente. Como medio de comunicación se utilizaron celulares de bajo costo a través de mensaje de texto.

Posteriormente se realizaron observaciones de clase, pruebas de comprensión lectora y finalmente encuestas y entrevistas a estudiantes y profesores. Los resultados mostraron que en el primer grupo experimental (grupo con andamiaje) se evidenció un efecto positivo en los resultados de aprendizaje y en la calidad de las preguntas planteadas por los estudiantes posiblemente atribuibles al proceso de lectura motivado y comprometido, dado que el andamiaje estimuló al estudiante a monitorear la comprensión del texto a través de procesos metacognitivos.

Ahora bien, el grupo que trabajó apoyado con el andamiaje humano (docente), creó preguntas de alto nivel gracias a la comprensión completa del texto y al proceso interactivo entre estudiante y profesor (Song & Glazewski, 2023).

Este estudio permite visualizar la importancia del andamiaje y las orientaciones metacognitivas para el logro del aprendizaje, de igual manera la importancia del apoyo estructurado, la realimentación del proceso de aprendizaje y el uso de tecnologías accesibles para todos los estudiantes independiente de su ubicación geográfica y su nivel socioeconómico.

En el mismo año, Koskinen y colaboradores (2023) indagaron sobre un andamiaje que atendía las emociones en un entorno de aprendizaje basado en juego, buscando mejorar el logro de aprendizaje sobre números fraccionarios.

En el estudio participaron 138 estudiantes con edad promedio de 11.5 años. Los participantes fueron asignados a uno de dos grupos: el primer grupo interactuó con el diseño que buscaba integrar las emociones y el segundo con diseño emocionalmente neutro.

Los resultados indicaron que el diseño “emocional” puede mejorar la calidad del entorno de aprendizaje basado en juegos, por cuanto los estudiantes que participaron en este grupo experimental mostraron un aumento en el interés situacional y la autoeficacia. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en cuanto al logro del aprendizaje (Koskinen et al., 2023).

Berridi-Ramírez y Martínez-Guerrero (2017), adelantaron un estudio que buscó identificar las estrategias de aprendizaje autorregulado y su relación con el logro del aprendizaje cuando estudiantes interactúan en un ambiente de aprendizaje virtual.

Para ello los investigadores desarrollaron un instrumento que buscaba medir el uso de diferentes estrategias en un programa de nivel medio superior de modalidad a distancia de la Secretaría de Educación de la Ciudad de México. La muestra estuvo compuesta por 573 estudiantes.

El instrumento permitió medir cuatro estrategias distintas: estrategias de planeación y control en contextos virtuales, atribuciones motivacionales en contextos virtuales, trabajo colaborativo y apoyo del asesor de tareas. Las estrategias de planeación y control se refieren a actividades como establecer objetivos, planificar estratégicamente, controlar el tiempo y autorregularse, todas ellas relevantes para el aprendizaje en entornos mediados por TIC.

Por otro lado, las atribuciones motivacionales hacen referencia al gusto y entusiasmo por aprender en escenarios en línea. Según los autores, esta característica influye en la persistencia y el esfuerzo para lograr el aprendizaje deseado.

En cuanto a las dos últimas estrategias corresponden al trabajo que se realiza con compañeros y con el tutor, su importancia radica en la posibilidad de apoyar la focalización en la tarea de aprendizaje y mejorar el desempeño escolar. De esta manera el tutor actúa como agente experto que contribuye a la motivación, por su parte los compañeros a través del trabajo colaborativo y la negociación de significados permiten al

estudiante avanzar en su proceso de aprendizaje (Berridi-Ramírez & Martínez-Guerrero, 2017).

Durante el año 2019 Niño-Ramos (2019), estudió el efecto de un Ambiente Educativo Digital Personalizado con dos condiciones: personalización a cargo del sistema y personalización al cargo del estudiante sobre el logro del aprendizaje y la percepción del ambiente de aprendizaje .

En el estudio participaron 136 estudiantes pertenecientes a un colegio público de la ciudad de Bogotá que cursaban grado quinto de primaria y estaban inscritos en una asignatura sobre programación computacional.

Los resultados indicaron que la personalización del ambiente de aprendizaje favoreció el logro. Ahora bien, cuando a este resultado se le sumó el efecto del estilo cognitivo, se mostró un efecto significativo a favor de la condición andamiada por el sistema sobre el logro del aprendizaje(Niño-Ramos, 2019)

Así mismo, Munshi y colaboradores (2023) estudiaron el efecto de un andamiaje adaptativo para la enseñanza de las ciencias llamado Betty's Brian sobre el desarrollo de habilidades de aprendizaje autorregulado. En el estudio participaron 98 estudiantes de secundaria de una escuela en el sureste de Estados Unidos.

Para el diseño del ambiente computacional, los investigadores indagaron sobre los puntos de inflexión críticos en los que sería conveniente la retroalimentación por parte del andamiaje, dado que estos puntos de inflexión se producen en los momentos en que los

estudiantes muestran dificultades para aplicar estrategias efectivas que les permitan continuar con su proceso de aprendizaje. La idea fue brindar durante estos espacios, retroalimentación centrada en estrategias para ayudar a los estudiantes a ser más productivos y/o brindarles mensajes motivacionales.

Los resultados indicaron que los andamiajes adaptativos, incluidos en entornos de aprendizaje virtual pueden ayudar a mejorar el logro del aprendizaje y a fomentar las habilidades de autorregulación en los estudiantes, de igual manera señalan que los andamiajes deben ser sensibles al contexto y deben poderse adaptar a las características de cada estudiante (Munshi et al., 2023).

La evidencia hasta aquí presentada muestra que es indiscutible el beneficio de los andamiajes en los procesos de aprendizaje a través de ambiente virtuales. Sin embargo, los resultados no son concluyentes con relación al tipo de andamio (fijo o de desvanecimiento), lo que si presenta claridad es que hay que encontrar la forma de atender las necesidades particulares y, en coherencia con el significado propio de la palabra “andamio”, la manera de dismantelar paulatinamente los apoyos de tal manera que se ceda al estudiante, la responsabilidad del propio aprendizaje. El siguiente apartado muestra algunas investigaciones relacionadas con los tipos de andamiaje clasificados como fijo o de desvanecimiento

### **Andamiajes fijos y de desvanecimiento**

Al respecto existen estudios que por ejemplo, comparan el efecto de andamios fijos versus andamios que se desvanecen. Es el caso de Wecker y colaboradores (2010)

quienes mostraron que estudiantes que interactuaron con andamiajes fijos obtuvieron mejores resultados en búsqueda de información que aquellos que emplearon andamios que se desvanecían. Resultados similares obtuvieron Lee y Songer (2004) quienes encontraron que estudiantes que trabajaron con andamios fijos obtuvieron mejores resultados en explicaciones científicas que estudiantes que trabajaron con andamiaje con desvanecimiento (Lee & Songer, 2004)

De igual manera existen estudios que muestran que los andamiajes por desvanecimiento favorecieron el aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo: McNeill, y colegas (2006), mostraron que estudiantes que interactuaron con andamiajes que se desvanecían obtuvieron mejores resultados en argumentación científica que aquellos que interactuaron con andamiajes fijos (McNeill et al., 2006).

Como se puede observar los resultados no son concluyentes, sin embargo, existe acuerdo generalizado por parte de la comunidad científica de la importancia de los andamiajes cuando se aprende a través de ambientes mediados por computador para alcanzar el logro del aprendizaje y para el desarrollo de habilidades de autorregulación (López-Vargas, 2014).

Al respecto López-Vargas (2014) sugiere que, dada la complejidad del monitoreo y la evaluación de los estados del proceso de aprendizaje del estudiante, una posible opción sería el uso de técnicas de inteligencia artificial. Sin embargo, esta estrategia sigue cediendo la responsabilidad y el control del proceso de aprendizaje a agentes externos y por tanto podría retardar el crecimiento del aprendiz en cuanto a la autorregulación del

aprendizaje; finalmente, los apoyos ofrecidos por el sistema eventualmente podrían cargar cognitivamente al usuario.

Jackson y colaboradores (1998) indican que una posible solución sería permitir que el usuario desvanezca el andamiaje.

Calgitay (2006) refuerza la idea de Jackson e indica que los apoyos pueden estar visibles todo el tiempo o ser activados cuando el usuario así lo desee, con la condición de no convertirse en elementos intrusivos, pero tampoco tan imperceptible que no sea empleados por el estudiante.

La solución dada por Jackson y colaboradores es coherente con la pedagogía centrada en el alumno y ofrece y exige posibilidades de desarrollo de habilidades de autorregulación. El mismo autor señala que el software puede estimular la autoevaluación y así permitir la medición del progreso en la comprensión del tema de estudio, con esta información el aprendiz puede tomar decisión con relación al uso o no de los apoyos pedagógicos ofrecidos.

Esta idea hace prever que en cierto modo este tipo de andamiajes necesitaría que el estudiante comprendiera y valorara la ayuda y su funcionalidad, requiriendo que el andamiaje sea explícito, de tal manera que cada estudiante pueda elegir las herramientas que mejor se acomoden a sus necesidades prestando así, soporte diferenciado y a la vez permitiendo el empoderamiento del aprendiz como responsable de su propio conocimiento.

## CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA

---

### **METODOLOGÍA**

El presente estudio contó con la participación de 145 estudiantes de grado décimo de una institución pública del municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia. Los estudiantes fueron distribuidos en cuatro grupos previamente conformados, lo que convirtió este estudio en un diseño cuasiexperimental.

Durante un periodo de cinco meses, los estudiantes trabajaron de manera autónoma con un ambiente de aprendizaje virtual en las clases de electrónica. Cabe destacar que algunas unidades de aprendizaje dentro del entorno computacional requirieron más de una clase para su desarrollo. A continuación, se describirá el diseño de investigación utilizado, los instrumentos empleados y los detalles generales del procedimiento.

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se llevó a cabo factorial 2X2X2. La primera variable independiente a la que se llamó “tipo de andamiaje” contó con dos valores: fijo y desvanecido por el estudiante, la segunda denominada: “activadores motivacionales” al igual que la anterior consideró dos valores: variables e invariables. La tercera variable, clasificada como "estilo cognitivo", tenía dos valores: con tendencia a la sensibilidad al medio y con tendencia a la independencia de campo, aunque bien es cierto, algunas investigaciones dividen los grupos en tres grupos, generando un grupo adicional llamados “intermedios”, para el

presente estudio se decidió dividir el grupo en dos: “Tendencia a la independencia de campo” y “Tendencia a la sensibilidad al medio” dadas las siguientes circunstancias:

- a) El presente experimento intenta brindar cierto grado de adaptabilidad con el fin de alcanzar el logro del aprendizaje en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en tal sentido, las características de los estudiantes intermedios no cuentan con una caracterización específica, por tanto determinar aspectos diferenciales con relación a sus compañeros con tendencia a la sensibilidad al medio y a la independencia de campo podrían bien ser el objeto de estudio de una investigación completa de tal manera que pudiese dar respuesta diferencial a este tipo de estilo cognitivo.
- b) Dividir en tres grupos demandaría tener una población más grade por cuanto serían entonces 12 grupos de estudio y no ocho como fue considerado para este estudio, complejizando aún mucho más la presente investigación, dadas la cantidad de variables independientes, dependientes y asociadas.

. La tabla 2 muestra las variables independientes y sus respectivos valores.

**Tabla 2**

*Variables independiente*

TIPO DE ANDAMIAJE	TIPO DE MENSAJE	ESTILO COGNITIVO (variable asociada)
Fijo	Variable	Con tendencia a la dependencia de campo
	Invariable	Con tendencia a la independencia de campo
		Con tendencia a la dependencia de

		campo
		Con tendencia a la independencia de campo
Desvanecimiento a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la dependencia de campo
	a	Con tendencia a la independencia de campo
	Invariable	Con tendencia a la dependencia de campo
		Con tendencia a la independencia de campo

De esta manera la combinación de las variables conformó ocho valores:

- 1) Andamiaje computacional fijo \* Activadores motivacionales variables \* estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio.
- 2) Andamiaje computacional fijo \* Activadores motivacionales variables \* estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo.
- 3) Andamiaje computacional fijo \* Activadores motivacionales invariables \* estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio.
- 4) Andamiaje computacional fijo \* Activadores motivacionales invariables \* estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo.
- 5) Andamiaje computacional con desvanecimiento a voluntad del estudiante \* Activadores motivacionales variables \* estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio.
- 6) Andamiaje computacional con desvanecimiento a voluntad del estudiante \* Activadores motivacionales variables \* estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo.

- 7) Andamiaje computacional con desvanecimiento a voluntad del estudiante \*  
 Activadores motivacionales invariables \* estilo cognitivo con tendencia a la  
 sensibilidad al medio.
- 8) Andamiaje computacional con desvanecimiento a voluntad del estudiante \*  
 Activadores motivacionales invariables \* estilo cognitivo con tendencia a la  
 independencia de campo.

Con relación a las variables dependientes (Tabla 3) la investigación incluyo 4 variables principales: 1) Logro de aprendizaje, 2) autoeficacia académica, 3) autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea con tres valores 3.1) autoeficacia para el aprendizaje, 3.2) autoeficacia para gestión del tiempo y 3.3) autoeficacia para uso de la tecnología y finalmente 4) carga cognitiva, también con tres valores: 4.1) carga cognitiva intrínseca, 4.2) carga cognitiva extrínseca y 4.3) carga cognitiva germánica. En total se tuvieron en cuenta ocho variables dependientes puesto que cada subescala contó como una variable dependiente diferente.

**Tabla 3**

*Variables dependientes*

<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>VALORES</b>
Logro de aprendizaje	Logro de aprendizaje
Autoeficacia académica	Autoeficacia académica
Autoeficacia para el aprendizaje de ambientes en línea	Autoeficacia para el aprendizaje Autoeficacia para la gestión del tiempo Autoeficacia para el uso de la tecnología
Carga cognitiva	Carga intrínseca Carga Extrínseca Cargas Germánica

Esta investigación tuvo como objetivo analizar el efecto de las variables independientes en las variables dependientes. Sin embargo, dado que se trata de un estudio cuasiexperimental, es posible que los grupos no sean homogéneos, por lo que es necesario tener en cuenta covariables. En este estudio, se consideraron como covariables el logro de aprendizaje previo, la autoeficacia académica previa y la autoeficacia para el aprendizaje en entornos en línea previa. La tabla 4 presenta las covariables consideradas en este estudio y el rango de valores correspondiente.

**Tabla 4**

*Covariables asociadas al estudio*

<b>COVARIABLE</b>	<b>VALORES</b>
Logro de aprendizaje previo	Logro de aprendizaje previo
Autoeficacia académica previa	Autoeficacia académica previa
Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales previa	Autoeficacia para el aprendizaje previa
	Autoeficacia para la gestión del tiempo previa
	Autoeficacia para el uso de la tecnología previa

Es importante destacar que la carga cognitiva no fue tenida en cuenta como covariable, dado que la medición de dicha variable se realiza con relación a una tarea o una etapa en la tarea cognitiva específica. En este caso, en el entorno de aprendizaje basado en computadora no existía una tarea que permitiera medir la carga cognitiva. Por lo tanto, no se incluyó como covariable en el estudio.

En cuanto al análisis estadístico en concordancia con el diseño de la investigación, se utilizó un análisis multivariante de covarianzas -MANCOVA -factorial 2X2X2- es decir:

(Andamiaje: Fijo – Desvanecido) x (Activadores motivacionales: variables-Invariables) x (Estilo cognitivo: con tendencia a la sensibilidad al medio – con tendencia a la independencia de campo) tal y como muestra la tabla 1. Este análisis se realizó utilizando el software estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 26 de IBM.

### **Población**

La población de este estudio estuvo compuesta por 145 estudiantes de grado décimo que participaron en la clase de electrónica durante el año 2022; 64 de ellos fueron hombres, lo que representa al 44,1% de la población, 80 mujeres equivalente al 55,2% y 1 registrado como otro equivalente al 0,7%. De igual manera las edades de los participantes oscilaron entre los 14 y 18 años con una media (M) de 15,68 y una desviación estándar (DE) de 1,02.

La distribución de población en los grupos del experimento puede ser observada en la tabla 5.

**Tabla 5**  
*Distribución de población en grupos del experimento*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22
		Con tendencia a Independencia de campo	26
		<b>Total</b>	<b>48</b>
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14
		Con tendencia a Independencia de campo	22
		<b>Total</b>	<b>36</b>

	Total	84	
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15
		Con tendencia a Independencia de campo	14
	Total	29	
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21
		Con tendencia a Independencia de campo	11
	Total	32	
Total	61		
Total	145		

### **Instrumentos**

En el presente apartado se describen los instrumentos empleados para la medición de la variable asociada, así como las variables y covariables. Los estadísticos descriptivos y los datos obtenidos en la presente investigación se encuentran en detalle en el apartado de resultados.

### **Determinación del estilo cognitivo**

Para determinar el estilo cognitivo (variable asociada) en la dimensión dependencia - independencia de campo de los estudiantes, se empleó el Embedded Figures Test EFT, versión Sawa Gotschaltdt, basada en el formato propuesto por Witkin y sus colaboradores en 1978 (Anexo 1).

Esta prueba consta de cinco subpruebas presentadas en hojas separadas. Cada subprueba contiene una figura simple y un conjunto de 10 figuras complejas diferentes. El objetivo de la prueba es encontrar la figura simple dentro de las figuras complejas en un tiempo determinado.

Este instrumento ha sido aplicado en estudiantes colombianos y ha arrojado excelentes niveles de confiabilidad. (Alfa de Cronbach entre 0.91 y 0.97), (Hederich et al, 1995, Hederich y Camargo, 1999, López, 2010).

La prueba se aplicó a todos los participantes antes de iniciar la etapa de experimentación. Los resultados obtenidos se registraron en la base de datos de los estudiantes y se programó el software en cada una de las versiones.

### **Medición de la Autoeficacia Académica**

Con el objetivo de medir la autoeficacia académica (covariable y variable dependiente) se utilizó la subescala de autoeficacia perteneciente a la prueba de *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (Pintrich et al., 1991). Este instrumento es un cuestionario de administración colectiva que consta de 81 ítems, para el presente estudio sólo fueron tomados los ítems correspondientes a las creencias de autoeficacia (Anexo 2).

El instrumento utiliza en este estudio emplea una escala Likert de 7, siendo (1) Muy en desacuerdo y (7) Muy de acuerdo. Este instrumento fue aplicado en dos ocasiones: la primera antes de iniciar la experimentación y los datos obtenidos durante esta medición fueron tomados como co-variables con el fin de aislar posteriormente los efectos de las condiciones iniciales de esta variable sobre el efecto final, y la segunda aplicación al terminar la experimentación y los datos obtenidos en esta ocasión fueron tomados como variable dependiente y sirvieron para definir el impacto de la experimentación sobre esta variable.

Este instrumento ha sido empleado en múltiples estudios llevados a cabo con poblaciones similares a la intervenida, para este caso particular el instrumento arrojó un  $\alpha$  de Cronbach de 0,94.

### **Valoración de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea**

La autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea (covariable y variable dependiente) fue medida a través del instrumento diseñado por Zimmerman y Kulikowich (2016) denominado The Online Learning Self-Efficacy Scale -OLSES- (Anexo 2).

Los autores proponen un instrumento que mide la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea compuesto por 22 preguntas clasificadas en tres categorías: 1) aprendizaje en entornos en línea con 8 preguntas, en el presente estudio esta subescala reportó un índice de confiabilidad de 81.3% ( $\alpha=0,81$ ); 2) gestión del tiempo medida con 5 preguntas, esta subescala alcanzó un índice de confiabilidad  $\alpha = 0,77$ , es decir de un 77% y 3) uso de la tecnología con 9 items y una confiabilidad de un 65% ( $\alpha =0,65$ ). Como se puede observar todas las subescalas se ubicaron dentro de rangos de confiabilidad aceptables.

El OLSES maneja una escala de Likert de 7 en la que (1) es nunca, y (7) Siempre. El instrumento fue aplicado antes de la intervención, los resultados fueron tenidos en cuenta como co-variable y al finalizar la experimentación y los resultados fueron tomados como variable dependiente.

### **Evaluación de la carga cognitiva**

La carga cognitiva fue medida luego de trabajar en cada una de las siete unidades de estudio. Se empleó el cuestionario desarrollado por Leppink, Paas, Van Gog, Van der Vleuten y Van Merriënboer (Leppink et al., 2014). Este cuestionario de autorreporte consta de 13 preguntas distribuidas así: las 4 primeras miden la percepción sobre la carga intrínseca empleada en el trabajo efectuado anteriormente (Anexo 2), para el presente estudio este instrumento alcanzó una confiabilidad del 89% ( $\alpha=0,89$ ); las 3 preguntas siguientes evaluaron la carga extrínseca con un índice de confiabilidad de 89% ( $\alpha = 0,89$ ) y los 5 restantes midieron la carga cognitiva germánica con un 94% de confiabilidad ( $\alpha =0,94$ ).

El instrumento es un cuestionario de autorreporte y presenta una escala Likert de 0 a 10; donde 0 es completamente en desacuerdo y 10 completamente de acuerdo, cada una de las subescalas fue tomada como una variable dependiente diferente, las cargas cognitivas totales fueron constituida por el promedio de los puntajes medidos inmediatamente después de aplicadas las unidades de estudio mediante un formulario de Google.

### **Estimación del logro del aprendizaje**

El logro del aprendizaje fue medido en dos ocasiones: como covariable durante el inicio del ejercicio de investigación a través del promedio obtenidos por los estudiantes en cinco pruebas diagnósticas cada una de ellas con 32 preguntas de opción múltiple con única respuesta y una puntuación posible entre 1 y 5.

En matemáticas fueron evaluados los componentes: comunicación, representación y modelación; razonamiento y argumentación y planteamiento y resolución de problemas; en lectura crítica se evaluó lectura interpretativa, argumentativa y propositiva; en ciencias naturales, se midió el logro del aprendizaje en explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico; en cuanto a la prueba de sociales y competencias ciudadanas, la prueba revisó las competencias alcanzadas en el espacio, el territorio, el ambiente y la población; el tiempo y las culturas, el poder, la economía y las organizaciones sociales, finalmente la prueba de inglés, valoró los logros alcanzados en vocabulario, interpretación – función, escritura funcional y conversación.

Las pruebas utilizadas en este estudio fueron diseñadas y evaluadas por una firma experta en evaluación, con más de 20 años de experiencia y sedes a nivel nacional. Estas pruebas se basan en la medición del desarrollo de competencias básicas, los derechos básicos de aprendizaje y los estándares dados como directrices por el Ministerio de Educación Nacional para el grado noveno. Por tratarse de prueba diagnóstica para grado décimo, la estructura de la prueba se articula con las Pruebas Saber aplicadas al finalizar cada ciclo escolar por el Estado colombiano con el fin de medir la calidad de la educación.

Las pruebas fueron administradas a todos los estudiantes de la institución educativa, y posteriormente se filtraron los resultados para incluir únicamente a los estudiantes de grado décimo en la base de datos.

Como variable dependiente al finalizar la investigación, se utilizó el promedio de siete evaluaciones aplicadas al finalizar cada unidad de estudio. Cada evaluación estuvo compuesta por diez preguntas que incluían los cinco modelos trabajados durante la

unidad de estudio. Dos de las preguntas correspondían a la selección de imágenes relacionadas con la solución de un problema planteado, dos más planteaban preguntas con opción múltiple y única respuesta, las dos siguientes solicitaban elegir y agrupar imágenes que eran parte de la solución a un problema planteado relacionado en la temática de estudio, las preguntas 7 y 8 solicitaban completar códigos que respondían a la solución de un problema y las dos finales buscaban relacionar parejas de imágenes.

Es importante tener en cuenta que hay varias posibles formas de medir el logro de aprendizaje inicial: la primera podría ser tomando la calificación final del año anterior pero dada la movilidad de los estudiantes en la población, es difícil recuperar estos datos, sobre todo en aquellos estudiantes de recién ingreso.

Podría también realizarse una evaluación inicial con relación al aprendizaje en el dominio de conocimiento que se trata en el ambiente de aprendizaje, este método necesitaría validación del instrumento a utilizar, lo cual complejizaría aún más el estudio dadas la cantidad de variables incluidas en el mismo.

Otra forma podría ser tomar la nota del periodo académico anterior pero las notas generadas en un proceso evaluado por los profesores tienen un fuerte componente subjetivo.

Una cuarta manera es tomando el resultado en evaluaciones estandarizadas, al respecto, el año anterior efectivamente se aplicaron pruebas externas pero la entidad encargada no entrega resultados individuales.

En este sentido la prueba externa fue elegida para medir el logro de aprendizaje inicial dada la administración coherente y equitativa a todos los participantes, garantizando la objetividad y la imparcialidad de los datos y la disminución de posibles sesgos, y que ambas pruebas tanto la externa como la prueba final miden de manera precisa y objetiva el logro del aprendizaje alineándose con las preguntas de investigación que involucran esta variable.

### **DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE**

El ambiente de aprendizaje multimedial recibe el nombre de Arduprogram, tuvo como tema principal nociones básicas de programación de Arduino, se diseñaron ocho unidades de trabajo: 1. Qué es Arduino, 2. Hardware de Arduino, 3. Entorno de programación, 4. Programando salidas digitales, 5 Programando salidas análogas, 6. Comprendiendo y programando bucles, 7. Programando entradas digitales y 8. Programando entradas analógicas, pero solo alcanzaron a ser aplicadas las primeras siete unidades.

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante la clase de electrónica, durante cinco meses en el segundo semestre del año 2022. El trabajo se realizó de manera individual, cada computador contó con un par de audífonos para que los estudiantes pudieran escuchar el audio de los videos y junto al computador había un kit básico de Arduino con el que si lo deseaban podían practicar lo visto en el ambiente virtual de aprendizaje. La profesora acompañó el proceso pero no interfirió más que para apoyar en los primeros ingresos a la plataforma, luego asumió una actitud de observación. Se buscó respetar los

ritmos de aprendizaje de los estudiantes, por lo que en algunos casos fue necesario que dedicaran más de una sesión a una unidad de estudio en particular.

El ambiente computacional integra las dos variables independientes del estudio: los activadores motivacionales y el tipo de andamiaje:

Activadores motivacionales: son mensajes cuyo objetivo es brindar apoyo verbal que le permita al estudiante mantener el esfuerzo y la persistencia durante su proceso de aprendizaje. Los activadores motivacionales tienen dos estados: variables e invariables. Los activadores motivacionales variables son mensajes adaptados al estilo cognitivo del estudiante en la dimensión Dependencia-Independencia de Campo -DIC-.

En efecto en la dimensión DIC se reconocen dos polos: sensibilidad al medio e independencia de campo y en medio de ellos existe una serie de matices que amalgaman características de uno y otro dependiendo de la cercanía a cada polo. Posteriormente de determinado el estilo cognitivo de cada estudiante, fueron asignados a la versión de software correspondiente.

De esta manera, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo poseen un enfoque lógico, son más autónomos, aceptan ideas solo después de analizarlas y prefieren el trabajo individual (Hederich-Martínez, 2004; Nozari & Siamian, 2015), por lo que este tipo de población requiere mensajes que reafirmen su autonomía y la idea de que su esfuerzo y persistencia da buenos resultados, por ejemplo: “¡Eres lo máximo y lo sabes!”, “Ser perseverante da frutos ¡Excelente!”, “Sabes que tienes lo que se necesita. ¡Muy bien!”, “¡Sabes que puedes hacerlo mejor!”, “¡Sabes que lo lograrás!”.

Por otro lado, los estudiantes con tendencia a la dependencia de campo tienen una percepción global y holística, prefieren programas de educación lineal, se orientan por factores externos, como características sobresalientes, aceptan las ideas tal como se las presentan y prefieren el trabajo en equipo (Chen & Macredie, 2002; Hederich-Martínez, 2004), en consecuencia los mensajes motivacionales son más afectivos enfatizando en las capacidades que el estudiante tiene y en las que está desarrollando, por ejemplo: “¡Te estás demostrando que puedes!”, “¡Qué bien! ¡Has mejorado mucho!”, ¡Muy bien, lo lograste gracias a tu esfuerzo!”, “Tú puedes, sé que lo lograrás”, “observa con cuidado, ¡tú puedes!”.

Con relación a activadores motivacionales invariables, no tuvieron en cuenta el estilo cognitivo en la dimensión DIC y, en este sentido, felicitaron el acierto o indicaron que la actividad tuvo errores, por ejemplo “¡Bien!” y “¡Vuelve a intentarlo!

Los andamiajes: Son apoyos pedagógicos en este caso de tipo motivacional, estos apoyos pedagógicos se organizaron en módulos. A continuación se explica su diseño:

Establecimiento de meta de aprendizaje: Luego de elegida la unidad de estudio, Arduprogram muestra al estudiante la meta de aprendizaje planteada y le pide que escriba la propia (figura 2).

**Figura 2**

*Meta de aprendizaje*



*Meta de desempeño:* Con la idea de tener una medida objetiva sobre el avance Arduprogram pide al estudiante que elija una meta de desempeño, ésta a su vez tiene dos componentes: Nivel y puntaje.

El ambiente de aprendizaje utilizado en este estudio proporciona dos niveles de profundidad: nivel piloto y nivel súper piloto. El nivel súper piloto ofrece actividades más complejas que el nivel piloto, con el objetivo de evitar situaciones de monotonía cuando los estudiantes han superado la dificultad del aprendizaje y las actividades más simples ya no representan un desafío para ellos. Al mismo tiempo, se busca evitar situaciones de frustración al presentar actividades con un alto nivel de complejidad que puedan resultar abrumadoras para los estudiantes.

En cuanto al puntaje, el estudiante evalúa su percepción de autoeficacia y conocimientos previos y elige un valor entre 3 y 5, este valor representa la meta cuantitativa que se propone alcanzar durante el proceso de aprendizaje (figura 3).

**Figura 3**

*Meta de desempeño*



*Organiza tu plan:* La idea de este módulo es que el estudiante planee y organice la forma en que abordará la unidad de estudio, así el estudiante arrastra el nombre de la actividad que desea realizar a una de las áreas marcadas con los números primero, segundo o tercero (figura 4). Esta organización será la base para mostrar el árbol de navegación presente en la interfaz de estudio y que más adelante se explica, la primera actividad que elija será la primera que el software muestre al iniciar la unidad de estudio.

**Figura 4**

*Organiza tu plan*



*Nivel de autoeficacia:* Este módulo tiene como objetivo hacer que el estudiante reflexione sobre las elecciones que ha realizado en los módulos anteriores y los compare

con las creencias sobre sus capacidades para lograr o no las metas propuestas, además de reforzar el compromiso para lograr dichos compromisos, en este módulo elige la opción con la que más se sienta identificado ante a la pregunta ¿Cómo te sientes con tus metas? (figura 5).

### Figura 5

*Nivel de autoeficacia*



*Validación de elecciones:* Para terminar esta parte de preparación, Arduprogram muestra el resumen de las elecciones (figura 6) y le da la opción al estudiante de replantearlas o confirmas, el objetivo es que el estudiante evalúe sus elecciones, dar la posibilidad de reafirmarlas o cambiarlas y terminar de comprometerse con la tarea de aprendizaje.

**Figura 6**

*Validación de elecciones*



*Interfaz de estudio.*

Luego de realizar la preparación durante los módulos anteriores se presenta al estudiante la interfaz de estudio (figura 7), dicha interfaz tiene los siguientes componentes:

**Figura 7**

*Partes de la interfaz*



- a. Tema de estudio: En este espacio se visualizará el título de la unidad de estudio, se coloca con el fin de ayudar al estudiante a orientarse en el ambiente de aprendizaje.
- b. Meta de aprendizaje: Permite al estudiante visualizar durante todo el proceso la meta de aprendizaje propuesta, con el objetivo de contribuir al automonitoreo, recordándole hacia dónde planeo dirigirse.
- c. Meta de desempeño: Permite visibilizar el nivel escogido y el puntaje propuesto, con la idea de recordar la meta, esperando aumentar los niveles de persistencia y esfuerzo.
- d. Botón "Cambiar meta": El ambiente de aprendizaje permite el cambio de meta en cualquier momento del proceso de aprendizaje obedeciendo a tres posibles circunstancias: 1) Estudios han indicado que algunos aprendices pueden subestimar o sobreestimar sus capacidades iniciales, en tal caso y frente a la tarea, el estudiante podría sentir la necesidad de modificar la meta de aprendizaje, 2) Se

presume que el estudiante aumentará la complejidad de su meta en el momento que las experiencias de éxito aumenten su autoeficacia sin llegar necesariamente hasta el final del proceso o al realizar una evaluación y 3) Se espera que al finalizar el proceso, los estudiantes se coloquen metas que representen un reto mayor, aunque no se descarta la posibilidad de que los aprendices puedan también disminuir la exigencia de la meta. Para poder cambiar la meta, basta con dar clic el botón “cambiar meta” que está visible en todas las interfaces.

- e. **Árbol de navegación:** Es visible en todas las interfaces de la unidad de estudio. Además de ser uno de los medios por el cual el aprendiz navega, permite que el estudiante se ubique en la estructura de la temática que está estudiando, ya que el botón correspondiente al punto de navegación activo cambia de color y se desplaza a la derecha un poco más que los demás botones.
- f. **Área de actividad:** en este espacio se muestra la actividad en que se está trabajando.
- g. **Barra de progreso,** permite al estudiante monitorear el avance en la unidad de estudio.

De otra parte, la variable *tipo de andamiaje* tiene dos valores. fijos y por desvanecimiento a voluntad del estudiante. En los andamiajes fijos los módulos funcionaron en todas las unidades de estudio, con relación a los andamiajes con desvanecimiento a voluntad del estudiante los módulos podían ser seleccionados al inicio a través de una lista de chequeo donde se presentan los nombres de las unidades (figura

8), si el estudiante deseaba contar con el módulo debía colocar el check en la casilla correspondiente.

**Figura 8**

*Interfaz para selección de módulos de autoeficacia*



Durante el momento de estudio también se pueden seleccionar los módulos a través de un botón de ajuste marcado con un piñón ubicado en la parte superior derecha tal y como se muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Interfaz de andamiaje por desvanecimiento a voluntad del estudiante*



La activación de este botón llevará al usuario a la interfaz de la figura 7, donde el estudiante podrá quitar la marca de verificación para que esta ayuda no aparezca en la interfaz de trabajo tal y como se muestra en la figura 10 a y b.

**Figura 10**

*Método de desvanecimiento a voluntad del aprendizaje*



10a Lista de verificación sin check en meta de aprendizaje y meta de desempeño



10b. Interfaz en donde no se visualiza la meta de aprendizaje y la meta de desempeño.

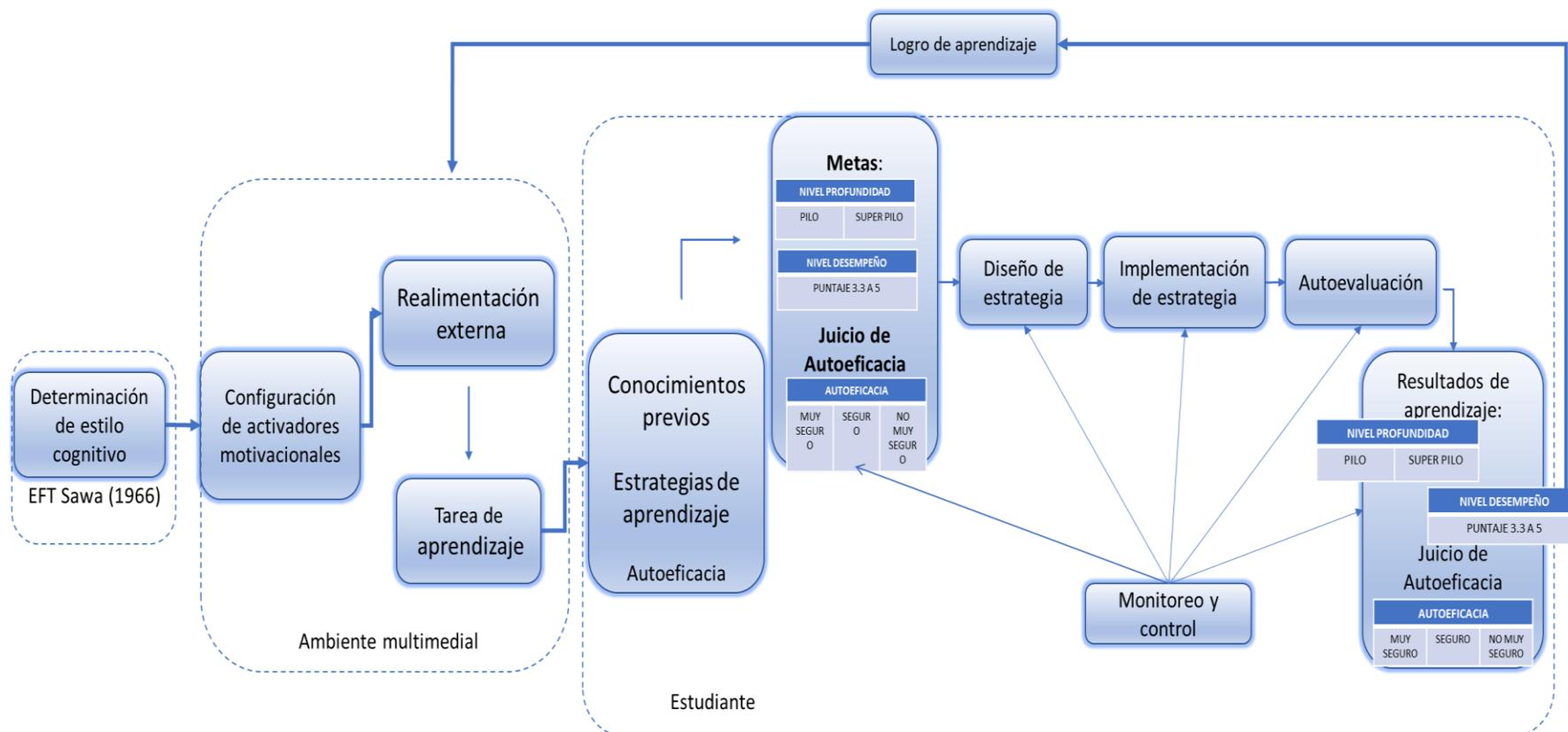
De esta manera el estudiante podía ir prescindiendo de los apoyos a medida que percibía que no los necesitaba, produciéndose así el desmantelamiento del andamiaje a voluntad del estudiante.

El resumen del diseño del andamiaje es mostrado en la figura 11, como se puede observar cuenta con tres grandes etapas, en la primera se determinó el estilo cognitivo del estudiante, en la segunda conforme el resultado de la etapa anterior, se prepararon las condiciones de Arduprogram y en la tercera se plantea la actividad de estudio partiendo del establecimiento de metas y estrategia, teniendo en cuenta los conocimientos previos y la percepción de autoeficacia, posteriormente se emprende la tarea de aprendizaje con elementos que permiten monitorear el avance en el proceso de aprendizaje, finalmente se realiza la evaluación que se espera, realimente el proceso.

Nota: Para poder acceder a los ambientes de aprendizaje consulte el anexo 3

Figura 11

Modelo del ambiente virtual de aprendizaje



Nota: Adaptado de *Aprendizaje Autorregulado, Estilo Cognitivo y Logro Académico en Ambientes Computacionales* (p.83), López-Vargas, 2010, Universidad Pedagógica Nacional

## PROCEDIMIENTO

Con el fin de llevar a cabo la etapa de experimentación del presente estudio, se estableció contacto con los directivos docentes y los profesores del Consejo Académico de la Institución Educativa Manuela Beltrán, ubicada en el municipio de Soacha, Cundinamarca. Se socializó el proyecto con ellos, se resolvieron las inquietudes y se obtuvo su aval para la aplicación en los grupos de grado décimo.

Seguidamente, se informó a los padres de familia de los estudiantes participantes menores de edad, el objetivo y los términos del estudio, se resolvieron dudas y se solicitó firmar el consentimiento para autorizar la participación y el tratamiento de datos de sus hijos, así mismo se les solicitó consentimiento informado a estudiantes mayores de 18 años (ver anexo 4).

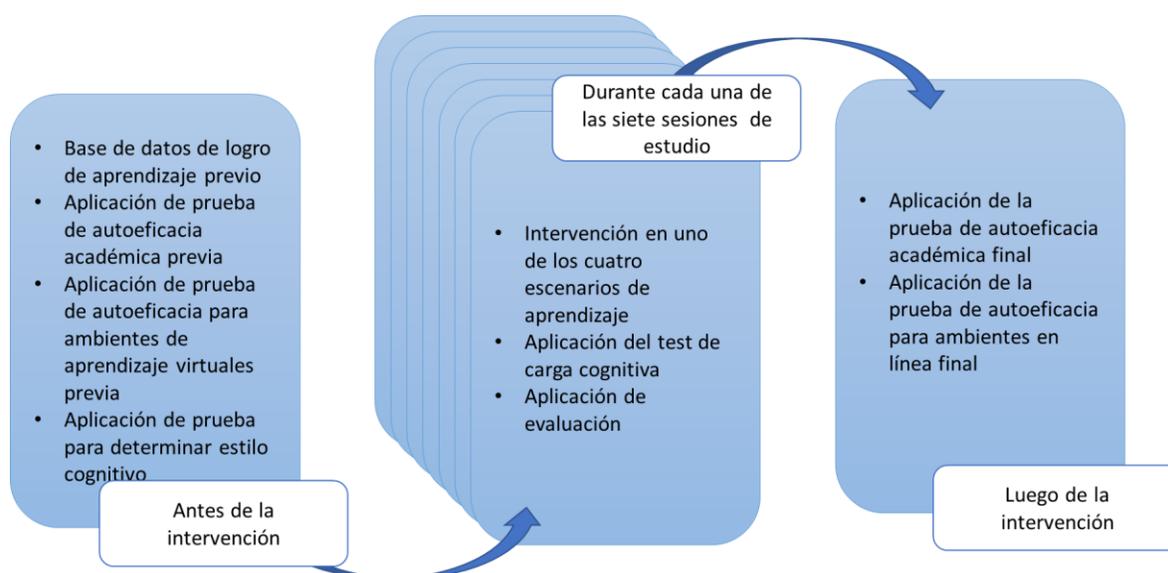
El proceso de aplicación básicamente estuvo conformado por tres etapas (figura 12), en la primera “Antes de la intervención”, se aplicaron los instrumentos que determinaron los datos de la variable asociada y las covariables. Con los datos de la variable asociada, *estilo cognitivo*, se alimentó la base para determinar los tipos de activadores motivacionales dependiendo del grupo de experimentación asignado.

Además, utilizando los datos proporcionados por el colegio se asignó a cada estudiante un usuario y una contraseña para acceder al ambiente de aprendizaje virtual. Paralelamente se filtró y organizó la base de datos de las evaluaciones diagnósticas entregada por la firma evaluadora de tal manera que se obtuvieron los resultados de las pruebas diagnósticas correspondientes a los estudiantes de grado décimo únicamente y se

aplicaron los instrumentos restantes: autoeficacia académica y autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea. Estos instrumentos formaron parte del grupo de pruebas previas que se llevaron a cabo durante las clases de electrónica bajo la supervisión de la investigadora.

**Figura 12**

*Procedimiento del estudio*



Durante una segunda etapa, se proporcionaron a los estudiantes, usuarios y las contraseñas correspondientes. Se verificó que cada estudiante pudiera ingresar a la plataforma. Posteriormente se realizó un primer acercamiento a la plataforma de estudio, en la cual los estudiantes navegaron libremente.

La experimentación se llevó a cabo en una de las aulas de electrónica de la Institución educativa, los estudiantes trabajaron de manera autónoma durante las clases de electrónica acompañados por la docente quien sirvió de apoyo en aquellos casos en que se tuvo problemas de usuarios o claves, el tiempo de mayor consulta por parte de los

estudiantes a la docente se dio durante las dos primeras clases. Sin embargo, a medida que avanzaba el tiempo, se pudo observar que los estudiantes se autorregulaban cada vez más en el uso del ambiente de aprendizaje.

Finalizada la experimentación durante la tercera etapa, se midió la autoeficacia académica y las tres subescalas de autoeficacia para el aprendizaje en línea, estas pruebas solo fueron aplicadas al final de la experimentación para no hacer crítica la carga cognitiva luego de terminado el proceso de estudio de cada unidad, de igual manera se calculó el logro de aprendizaje final con los resultados de las evaluaciones de cada unidad de estudio y las cargas cognitivas finales con los datos obtenidos en las pruebas aplicadas con relación a esta variable a lo largo del proceso.

## CAPÍTULO 7. RESULTADOS

---

Los análisis estadísticos presentados a continuación son cruciales para comprender las relaciones fundamentales entre el logro de aprendizaje, la carga cognitiva y la autoeficacia en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC cuando interactúan con escenarios de aprendizaje en línea que incluyen andamiajes descritos en párrafos anteriores, y así dar respuesta a las preguntas de investigación del presente estudio

De esta manera, el presente capítulo se divide en dos partes principales: condiciones iniciales y efectos del programa. En condiciones iniciales, se hace referencia a los estadísticos descriptivos iniciales relacionadas con el estilo cognitivo, el logro de aprendizaje y la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales. Esta última, con tres componentes: aprendizaje, gestión del tiempo y uso de las tecnologías.

En la segunda parte titulada: Efectos del programa se aborda la validación de los supuestos para poder realizar el análisis estadístico de covarianzas multivariantes Mancova factorial, posteriormente se examinan los resultados estadísticos descriptivos de cada una de las variables dependientes. A continuación, se presenta el análisis MANCOVA factorial propiamente dicho con el objetivo de determinar los efectos de las interacciones entre las diferentes variables intervenidas.

Como análisis complementario, con el fin de observar algún patrón de comportamiento durante el proceso, en cuarta instancia se realiza un estudio de varianzas

de media repetidas para el logro de aprendizaje y cada uno de los tres tipos de cargas cognitivas con relación a la carga total.

### CONDICIONES INICIALES

El presente apartado muestra los datos previos a la intervención obtenidos con relación a la variable asociada estilo cognitivo en la dimensión DIC y las covariables de logro de aprendizaje, autoeficacia académica y autoeficacia para el aprendizaje en línea en tres subescalas: aprendizaje, gestión del tiempo y uso de las tecnologías.

Este análisis se realizará a partir de los grupos que interactuaron con cada una de las condiciones de la experiencia. Es importante recordar que el estudio cuenta con dos variables independientes que se entrecruzan, formando cuatro grupos (figura 13).

**Figura 13.**

*Configuración de grupos de intervención*



Los grupos se conformaron así: Grupo 1 (G1) estuvo compuesto por 48 estudiantes: 23 hombre y 25 mujeres, la edad registró una media  $M= 15,75$  y una desviación estándar de  $DE=1,00$ ; el grupo 2 (G2) fue integrado por 36 sujetos: 16 hombre

y 20 mujeres, la media de este grupo fue de  $M= 15,80$  con una desviación estándar de  $DE=0,92$ .

Con relación al grupo 3 (G3) estuvo conformado por 29 estudiantes: 11 hombres y 18 mujeres, la media de este grupo en cuanto a la edad fue de  $M=15,52$  con una desviación estándar de  $DE=1,12$  y finalmente el grupo 4 (G4) estuvo compuesto por 32 individuos: 14 hombre, 17 mujeres y un participante que se registró como otro, la media con relación a edad de este grupo fue de  $M=16,62$  con una desviación estándar de  $DE=1,04$ .

De esta manera, la población total estuvo conformada por 145 participantes: 64 hombres, 80 mujeres y 1 otro, cuyas edades oscilaron entre los 14 y 18 años con un promedio de  $M=15,68$ , con una desviación estándar de  $DE=1,01$ , tal y como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Estadísticos descriptivos de la población*

Grupo	N	Hombre	Mujeres	Otro	Edad			
					Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
G1	48	23	25	0	15,75	1,00	14	18
G2	36	16	20	0	15,80	0,92	14	18
G3	29	11	18	0	15,52	1,12	14	18
G4	32	14	17	1	15,62	1,04	14	18
Total población	145	64	80	1	15,68	1,01	14	18

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los pretest administrados a los grupos con el fin de determinar los valores estadísticos de la variable asociada estilo cognitivo, y los estados iniciales de las cinco covariables: logro del aprendizaje; autoeficacia académica y las tres subescalas de autoeficacia para el aprendizaje en líneas: aprendizaje, gestión de tiempo y uso de la tecnología.

### **Estilo cognitivo.**

Con el fin de determinar el *estilo cognitivo* de los participantes, se administró la prueba de figuras enmascaradas EFT de forma individual en el formato propuesto por Sawa (1966). Resultados previos indican que este instrumento tiene una alta confiabilidad, con una consistencia interna que varía entre 0,85 y 0,95 (Hederich-Martínez, 2004) en poblaciones similares a las intervenidas en el estudio.

Como se puede observar en la Tabla, 7 el grupo estuvo integrado por 145 participantes, de los cuales 72 fueron clasificados con estilo cognitivo “tendencia a la sensibilidad al medio”, correspondiente al 49,7% del total, mientras que los 73 restantes, 50,3% con estilo cognitivo “tendencia a la independencia de campo”.

### **Tabla 7**

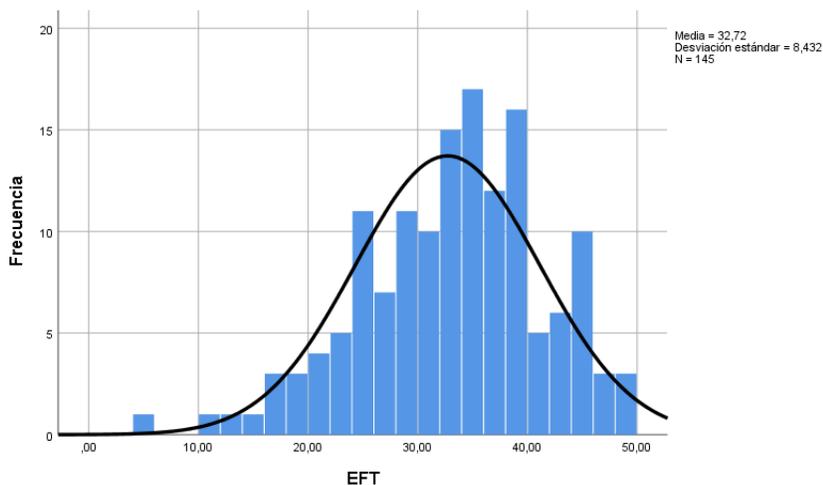
*Número de participantes en el estudio según el estilo cognitivo*

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Con tendencia a Sensibilidad al medio	72	49,7
Con tendencia a Independencia de campo	73	50,3
Total	145	100,0

De otro lado la figura 14 muestra el histograma de frecuencias de los puntajes y la curva

**Figura 14**

Histograma y curva de distribución de los puntajes de la prueba EFT



distribución obtenidos en la aplicación de EFT la cual a simple vista describe una distribución normal.

Ahora bien, la Tabla 8 muestra que el G1 estuvo conformado por 22 estudiantes con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio y 26 con tendencia a la independencia de campo, los puntajes en el EFT oscilaron entre 17 y 49 puntos de 50 posibles, la media estuvo por el orden de  $M=33,7$  con una desviación estándar de  $DE=7,98$ .

El G2 contó con 14 sujetos con tendencia a la sensibilidad al medio y 22 con tendencia a la independencia de campo, el puntaje mínimo obtenido en este grupo fue de 12 puntos y el máximo de 49, la media registrada fue de  $M=32,78$  y la desviación estándar estuvo por el orden de  $DE=8,66$  puntos.

En el G3 participaron 29 estudiantes: 15 con tendencia a la sensibilidad al medio y

14 con tendencia a la independencia de campo, este grupo obtuvo una media de  $M=32,90$ , con una desviación estándar de  $DE=9,02$ , el puntaje mínimo obtenido fue de 5 y el máximo de 47.

El G4 fue integrado por 31 sujetos: 21 con tendencia a la sensibilidad al medio y 11 con tendencia a la independencia de campo, la media registrada fue de  $M=31$  con una desviación estándar de  $DE=8,43$ , el puntaje mínimo fue de 10 y el máximo de 4

### Tabla 8

Estadísticos descriptivos para la variable asociada. estilo cognitivo

Grupo	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
G1	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	33,7	7,98	17	49
	Con tendencia a la independencia de campo	26				
G2	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	32,78	8,66	12	49
	Con tendencia a la independencia de campo	22				
G3	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	32,9	9,02	5	47
	Con tendencia a la independencia de campo	14				
G4	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	31	8,43	10	49
	Con tendencia a la independencia de campo	11				
Total		145	32,72	8,43	5	49

Así, el promedio total obtenido en la variable asociada estilo cognitivo, fue de  $M=32,72$ , con una desviación estándar de  $DE=8,43$ , el puntaje mínimo fue de 5 y el máximo de 49 frente a un puntaje máximo posible de 50 (Tabla 3).

### **Logro de aprendizaje.**

Es importante recordar que el logro del aprendizaje previo se midió a través del promedio obtenido por los estudiantes en cinco pruebas diagnósticas. Cada una de ellas constaba de 32 preguntas de opción múltiple con única respuesta y una puntuación posible entre 1 y 5. Estas pruebas evaluaron competencias en las áreas de matemáticas, lectura crítica, ciencias naturales, ciencias sociales y competencias ciudadanas e inglés. Para obtener la descripción detallada con relación a las pruebas, se debe consultar el capítulo de metodología.

A continuación, se muestra la tabla 9 muestra los estadísticos descriptivos correspondientes a la covariable del logro del aprendizaje previo. En esta tabla, se observa que Grupo 1 (G1) obtuvo una media (M) de 3,22 con una desviación estándar (D E) de 0,46. Los puntajes obtenidos en este grupo oscilaron entre 1,9 y 4. En cuanto al Grupo 2 (G2), se registró una medida de (M) 3,21, con una desviación estándar de 0,31. El puntaje mínimo de 2,2 y un máximo de 3,9.

Con relación a G3 los puntajes oscilaron entre 1,8 y 3,8, su media fue de 3,05 y la desviación estándar estuvo por el orden de 0,46; en G4, la media obtenida fue de 3,04, con una desviación estándar de 0,46, un puntaje mínimo de 1,8 y un máximo de 4,10.

Por su parte la población perteneciente al Grupo 4 (G4), se alcanzó una media de 3,05, con una desviación estándar de 0,45, un puntaje mínimo de 2,3 y un máximo de 4,1.

**Tabla 9**

*Estadísticos descriptivos para la covariable Logro de aprendizaje*

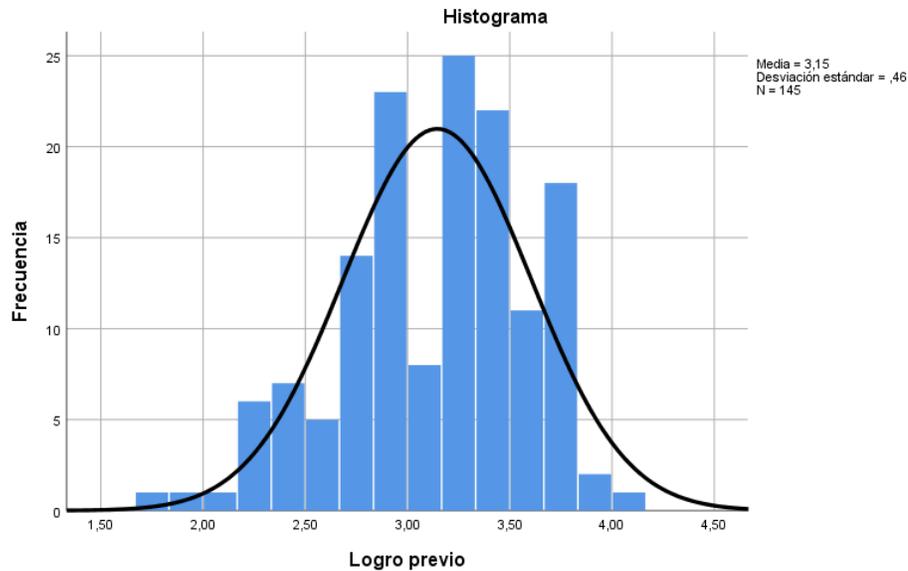
<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
G1	3,22	0,46	1,9	4
G2	3,21	0,31	2,2	3,9
G3	3,05	0,46	1,8	3,8
G4	3,05	0,45	2,3	4,1
Total	3,14	0,46	1,8	4,10

El promedio total obtenido en cuanto al logro de aprendizaje de los 145 estudiantes que intervinieron en el estudio fue de (M) 3,14, con una desviación estándar de (DE) 0,46, un puntaje mínimo de 1,80 y un puntaje máximo de 4,10, tal y como se observa en la parte inferior de la tabla 4.

La figura 15 permite visualizar a simple vista, mediante el histograma y la curva de distribución, que la población que intervino en el estudio no mostró mayores irregularidades con relación a esta variable.

**Figura 15**

*Histograma y curva de distribución del logro de aprendizaje previo*



### **Autoeficacia académica**

La autoeficacia académica se midió utilizando las 8 preguntas pertenecientes a la prueba *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (Pintrich et al., 1991), las cuales permiten medir este constructo. Las respuestas a los ítems se dan con base en una escala Likert de 7, siendo 1 “Muy en desacuerdo” y 7 “Muy de acuerdo”. El instrumento mostró una alta confiabilidad, con un coeficiente alfa de Cronbach del 94.5%.

La tabla 10 presenta los estadísticos descriptivos para cada uno de los grupos de estudio. En el Grupo 1 (G1), se obtuvo una media ( M) de 5,10, con una desviación estándar de (DE) 0,96. Los puntajes en este grupo oscilaron entre 3 y 6,88. En el Grupo 2 (G2), el promedio obtenido fue de (M) 4,38, con una desviación estándar de (DE) 0,83. El puntaje mínimo fue de 2,75 y un máximo de 6,13. En relación al Grupo 3 (G3 ), los

puntajes oscilaron entre 3,75 y 6,88, con una media de 5,12 y una desviación estándar de 0,98. Por su parte, en el Grupo 4 (G4), la media alcanzada fue de 5,11, con una desviación estándar de 0,97. El puntaje mínimo fue de 3,25 y un máximo de 6,38.

**Tabla 10**

*Estadísticos descriptivos para la covariable Autoeficacia académica*

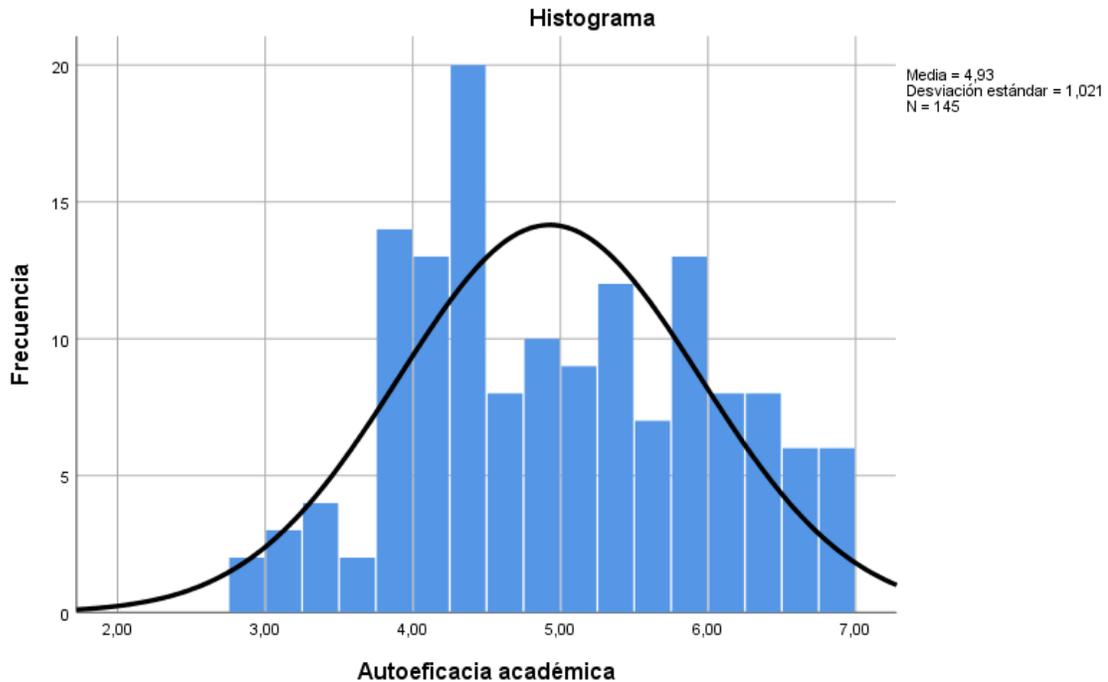
Grupo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
G1	5,10	0,96	3	6,88
G2	4,38	0,83	2,75	6,13
G3	5,12	0,98	3,75	6,88
G4	5,11	0,97	3,25	6,38
Total	4,92	1,02	2,75	6,88

La media obtenida por el grupo total de participantes fue de  $M=4,92$ , con una desviación estándar de  $DE=1,02$ , un puntaje mínimo de 2,75 y un puntaje máximo de 6,88, tal y como se observa en la parte inferior de la tabla 10.

Así mismo la figura 16 permite observar el histograma y la curva de distribución de la población con relación a la autoeficacia inicial.

**Figura 16**

*Histograma y curva de distribución de la autoeficacia académica previa*



### **Autoeficacia para el aprendizaje en línea.**

La autoeficacia para el aprendizaje en línea fue medida a través de la prueba *Olses* -The Online Learning Self-Efficacy Scale (Zimmerman y Kulikowich, 2016), el instrumento cuenta con 22 preguntas, dispone de una escala de Likert de 7 en la que 1 es “nunca” y 7 es “siempre”. El instrumento mide tres subcategorías: (1) *aprendizaje en entornos en línea* compuesta por 8 preguntas, (2) *gestión del tiempo*, medida con 5 preguntas y (3) *uso de la tecnología* con 9 ítems. A continuación, la descripción de los resultados de cada una.

### **Subescala aprendizaje.**

La tabla 11 muestra los estadísticos descriptivos de este apartado, en ella se puede apreciar que el G1 presentó una media de  $M=4,77$ , con una desviación estándar de  $DE=1,04$ , así mismo el puntaje mínimo de este grupo fue de 2,4 y el máximo de 6,4.

El G2 alcanzó una media de  $M=4,01$ , con una desviación estándar  $DE=0,74$ , un puntaje mínimo de 2,3 y un máximo de 5,5; por su parte el G3 alcanzó un promedio de  $M=4,97$ , con una desviación estándar de  $DE=0,92$ , un puntaje mínimo de 2,8 y un máximo de 6,4; finalmente el G4 tuvo un promedio de  $M=4,77$ , con una desviación estándar de  $DE=0,93$ , un puntaje mínimo de 2,4 y un máximo de 6,2.

**Tabla 11**

*Estadísticos descriptivos de la covariable Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala Aprendizaje.*

<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
G1	4,77	1.04	2,4	6,4
G2	4,01	0,74	2,3	5,5
G3	4,97	0,92	2,8	6,4
G4	4,77	0,93	2,4	6,2
Total	4,62	0,98	2,3	6,4

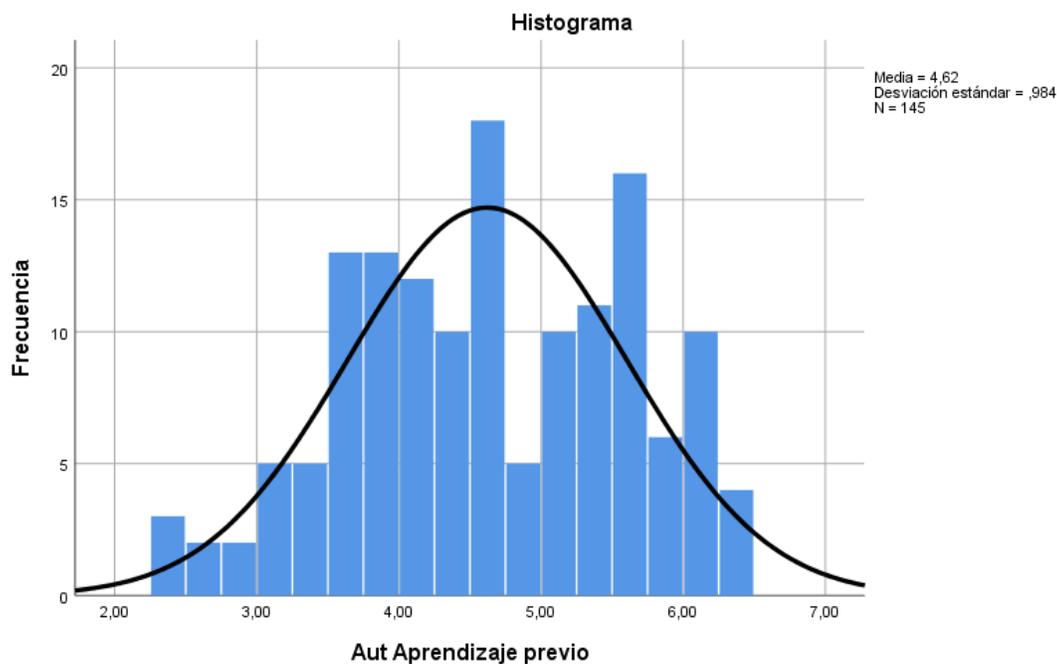
En la misma tabla se puede apreciar que la media de la subescala *autoeficacia para el aprendizaje en línea*, subescala *aprendizaje* obtuvo una media total de  $M=4,62$ , y la desviación estándar fue de  $DE=0,98$ , sobre un puntaje máximo de 7, se obtuvo un valor

mínimo de 2,30 puntos y un valor máximo de 6,40 puntos. De igual manera, la subescala presentó un alfa de Cronbach de 0,813.

En la figura 17 se muestra el histograma y la curva de distribución de población para la variable de este apartado.

### Figura 17

*Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala aprendizaje*



### **Gestión del tiempo**

La tabla 12 muestra los estadísticos descriptivos de la covariable *Gestión del tiempo*, en ella se puede apreciar que G1 obtuvo una media de 5,45, una desviación estándar (DE) de 0,89, un puntaje mínimo de 3,8 y un máximo de 7; por su parte G2 alcanzó una media de (M) 5,15, con una desviación estándar de (DE) 0,98, un puntaje

mínimo de 2,6 y un máximo de 6,6; en cuanto a G3 obtuvo una media de  $M=5,42$ , con una desviación estándar de (DE) 1,13, un mínimo de 2,8 y un máximo de 7; finalmente G4 alcanzó una media de (M) 5,42, con una desviación estándar de (DE) 1,13, un puntaje mínimo de 2,8 y un máximo de 7.

**Tabla 12.**

*Estadísticos descriptivos para la Autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala*

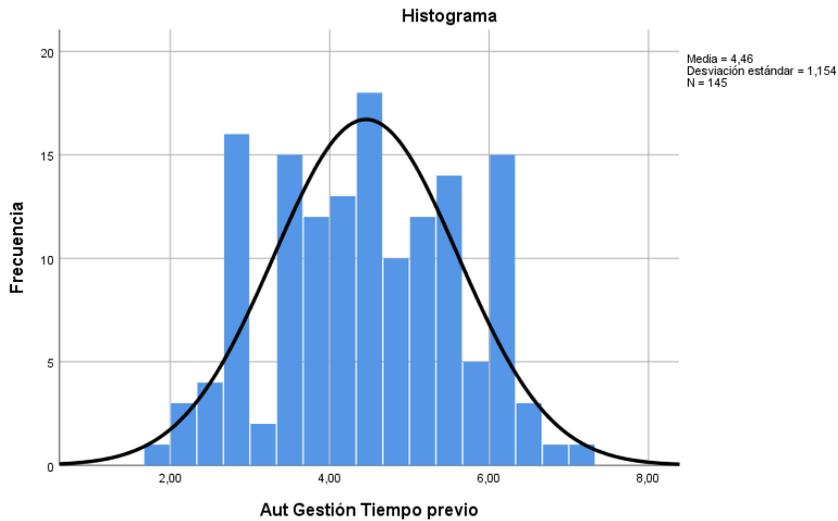
*Gestión del tiempo*

Grupo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
G1	48	5,45	0,89	3,8	7
G2	36	5,15	0,98	2,6	6,6
G3	29	5,42	1,13	2,8	7
G4	32	5,08	0,97	3	6,6
Total	145	5,29	0,99	2,6	7

Finalmente, en la subescala de gestión del tiempo la media total obtenida fue de (M) 5,29 con una desviación estándar (DE) de 0,99. se obtuvo un valor mínimo de 2,6 y un máximo de 7 la subescala obtuvo un alfa de Cronbach de 0,77. La figura 18 permite apreciar la distribución de la población.

**Figura 18**

*Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala gestión del tiempo*



### ***Subescala uso de las tecnología***

La tabla 13 muestra los estadísticos descriptivos para la covariable *uso de las tecnologías*, en ella se puede apreciar que G1 obtuvo una media (M) de 4,64, con una desviación estándar (DE) de 1,07, un puntaje mínimo de 2,71 y un máximo de 6,43, en cuanto a G2, su promedio fue de (M) 3,93, con una desviación estándar de (DE) 0,62, un puntaje mínimo de 2,71 y un máximo de 5,43, por su parte G3, alcanzó una media de (M) 4,85, con una desviación estándar de (DE) 0,95, un puntaje mínimo de 2,29 y un máximo de 6,57, finalmente G4, obtuvo una media de (M) 4,52, una desviación (DE) de 1,10, un puntaje mínimo de 2,14 y un máximo de 6,29.

**Tabla 13**

*Estadísticos descriptivos para la covariable autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala Uso de la tecnología.*

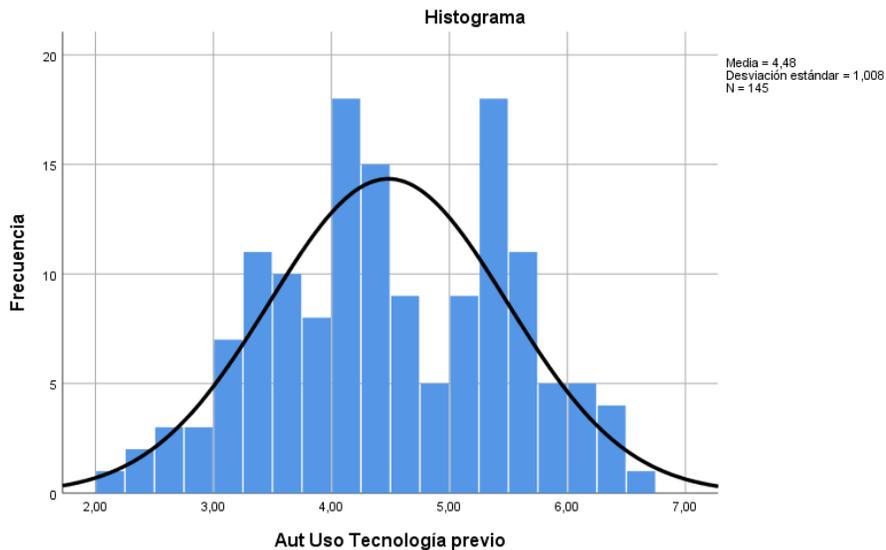
Tipo de activador motivacional	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
G1	4,64	1,07	2,71	6,43
G2	3,93	0,62	2,71	5,43
G3	4,85	0,95	2,29	6,57
G4	4,52	1,1	2,14	6,29
Total	4,48	1,01	2,14	6,57

La subescala *uso de la tecnología* presentó una media total de  $M=4,48$  con una desviación estándar de  $DE=1,01$ ; el puntaje mínimo obtenido fue de 2,14 y el máximo fue 6,57 de 7 puntos posibles con un alfa de Cronbach de 0,65.

La Figura 19 muestra el histograma y la curva de distribución de la variable presentada en este apartado.

**Figura 19**

*Histograma y curva de distribución de la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, subescala uso de tecnología*



## **EFFECTOS DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE VIRTUAL**

En esta sección se presentan los resultados de la intervención. Como ya se indicó esta sección se divide en cuatro partes: Primero se validan los supuestos necesarios para realizar el análisis estadístico de covarianzas multivariantes -MANCOVA factorial-. Luego se proporcionan los resultados estadísticos descriptivos de cada de las ocho variables dependientes evaluadas en el estudio: *logro de aprendizaje, autoeficacia académica*, tres subescalas de *autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea* y tres subescalas de *carga cognitiva*.

A continuación, se llevaron a cabo análisis estadísticos para examinar las interacciones entre las diferentes variables independientes, como el tipo de andamiajes y

los activadores motivacionales y las variables dependientes previamente mencionadas, utilizando un análisis estadístico factorial de covarianza multivariante (MANCOVA).

En el análisis MANCOVA factorial, se incluyeron cinco covariables: *logro de aprendizaje*, *autoeficacia académica* y las tres subescalas de *autoeficacia para el aprendizaje en línea*. Este análisis permitió examinar de manera complementaria un análisis de varianza de medidas repetidas para el logro de aprendizaje y los tres tipos de cargas cognitivas con el fin de identificar cualquier patrón de comportamiento.

#### **Validación de supuestos.**

Para garantizar la calidad de los resultados, se realizó una organización y verificación de la base de datos. Se llevó a cabo un examen para identificar la presencia de valores atípicos, tanto variados como multivariados, utilizando la distancia de Mahalanobis. Además, se realizaron pruebas para validar los tres supuestos estadísticos necesarios para llevar a cabo el análisis MANCOVA: 1) distribución univariada normal, 2) igualdad de varianza y 3) homogeneidad de los hiperplanos de regresión.

El primer supuesto se verificó mediante la comprobación de los valores de asimetría y curtosis de las dos variables independientes: *tipo de andamiaje*, *tipo de activadores motivacionales* y la variable asociada *estilo cognitivo* con relación a las ocho variables dependientes: *logro de aprendizaje final*, *autoeficacia académica final*, las tres subescalas de *autoeficacia para aprendizaje en línea* y las tres subescalas de *carga cognitiva*.

En referencia a la primera variable independiente, *tipo de andamiaje*, los valores de asimetría y curtosis puntuaron por debajo del valor absoluto de 1,09, escrito con negrita, correspondiente a la relación entre tipo de andamiaje fijo y la subescala de aprendizaje de la autoeficacia para aprendizaje en línea (tabla 14).

**Tabla 14**

*Medía, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el tipo de andamiaje*

Tipo de andamiaje	Descriptivo	Logro final	Autoeficacia académica final	Autoeficacia para el aprendizaje en línea			Carga cognitiva		
				Aprendizaje	Gestión del tiempo	Uso de la tecnología	Intrín.	Extrín.	Germán.
Fijo	Media	3,73	5,90	5,10	5,32	5,39	5,83	3,45	7,54
	Desviación	0,52	0,59	0,98	5,50	0,94	1,45	1,26	1,09
	Asimetría	-0,18	-0,35	-0,15	-0,60	-0,83	-0,39	0,15	-0,13
	Curtosis	-0,36	-0,46	<b>-1,09</b>	-0,17	0,62	-0,01	0,04	-1,03
Desvanecido a voluntad del estudiante	Media	3,84	5,89	5,18	5,24	5,42	6,24	3,67	7,71
	Desviación	0,44	0,67	0,86	1,05	0,88	1,00	1,32	0,82
	Asimetría	-0,29	-0,30	-0,06	-0,36	-0,54	-0,16	-0,56	-0,29
	Curtosis	0,44	-0,63	-0,98	-0,73	-0,40	-0,53	-0,29	-0,82

En cuanto a la variable independiente *activadores motivacionales* los valores obtenidos en asimetría y curtosis estuvieron por debajo del valor absoluto de -0,96 correspondiente a la relación entre *mensajes invariables* y *autoeficacia para el aprendizaje en línea*, subescala *aprendizaje* (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Medía, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el tipo de activador motivacional*

Tipo de activador motivacional	Descriptivo	Logro final	Autoeficacia académica final	Autoeficacia para el aprendizaje en línea			Carga cognitiva		
				Aprendizaje	Gestión del tiempo	Uso de la tecnología	Intrín.	Extrín.	Germán.
Variables	Media	3,84	6,10	5,45	5,44	5,47	5,99	3,69	7,78
	Desviación	0,49	0,59	0,89	0,98	0,88	1,27	1,32	1,03
	Asimetría	-0,30	-0,43	-0,55	-0,54	-0,48	-0,26	-0,17	-0,62
	Curtosis	0,24	-0,46	-0,51	-0,67	-0,52	0,11	-0,14	-0,60
Invariables	Media	3,69	5,68	4,78	5,12	5,31	6,01	3,38	7,43
	Desviación	0,48	0,58	0,83	0,97	0,95	1,32	1,24	0,91
	Asimetría	-0,27	-0,36	0,18	-0,49	-0,93	-0,75	-0,19	0,20
	Curtosis	-0,40	-0,73	-0,96	-0,17	0,79	0,68	-0,40	-0,56

Con relación a la variable asociada *estilo cognitivo*, las puntuaciones de asimetría y curtosis estuvieron por debajo del valor absoluto de 1,25, obtenido en la relación entre *estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo* y la subescala de *aprendizaje de la autoeficacia para aprendizaje en línea* (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Medía, desviación estándar, asimetría y curtosis de variables dependientes de acuerdo con el estilo cognitivo*

Estilo cognitivo	Descriptivo	Logro final	Autoeficacia académica final	Autoeficacia para el aprendizaje en línea			Carga cognitiva		
				Aprendizaje	Gestión del tiempo	Uso de la tecnología	Intrín.	Extrín.	Germán.
Con tendencia a la Sensibilidad	Media	3,65	5,74	5,06	5,11	5,18	6,39	3,78	7,53
	Desviación	0,45	0,57	0,89	0,94	0,93	1,08	1,12	0,92
	Asimetría	-0,46	-0,27	-0,16	-0,38	-0,70	-0,17	-0,56	-0,11
	Curtosis	0,23	-0,37	-0,73	-0,52	0,46	-0,45	0,44	-0,64

Con	Media	3,90	6,06	5,22	5,46	5,61	5,62	3,31	7,69
Tendencia	Desviación	0,50	0,63	0,96	1,00	0,86	1,37	1,40	1,05
a la	Asimetría	-0,30	-0,56	-0,15	-0,69	-0,78	-0,42	0,23	-0,38
independencia	Curtosis	-0,37	-0,40	<b>-1,25</b>	-0,18	0,00	0,15	-0,35	-0,93

Como pudo observarse, las puntuaciones de asimetría y curtosis estuvieron por debajo del valor absoluto de 1,25 ubicado en la tabla 11, correspondiente a la relación entre estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo y logro del aprendizaje final; en este sentido y de acuerdo con George y Mallery (2010), los valores de asimetría y curtosis se consideran aceptables para para demostrar una distribución univariada normal si se encuentran entre el rango de -2 y +2 (George & Mallery, 2010) cumpliéndose así el primer supuesto.

Con miras a verificar el segundo supuesto igualdad de varianzas u homocedasticidad, se aplicó la prueba de Box's,(tabla 17), cuyo resultado indicó una significancia de 12,4% (>5%) (Mertler y Vannatta Reinhart, 2017; Pituch y Stevens, 2015), dando cumplimiento así a este supuesto.

### Tabla 17

#### *Prueba de Box de igualdad de matrices de covarianzas*

M de Box	458,724
F	1,094
gl1	315
gl2	13385,413
Sig.	<b>0,124</b>

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

a. Diseño : Intersección + tipo de andamiaje + Activadores motivacionales + Estilo cognitivo + Tipo de andamiaje \* Activadores motivacionales + Tipo e andamiaje \* estilo cognitivo + Activadores motivacionales \* Estilo cognitivo + Tipo de andamiaje \* Activadores motivacionales \* Estilo cognitivo

Finalmente, se verificó *la homogeneidad de los hiperplanos de regresión* entre las variables independientes y las covariables del estudio a través de la prueba multivariante Lambda de Wilks (tabla 18), como se puede observar en la misma tabla se obtuvieron valores de p (Sig) mayores que 0.21 (>5%) (Mertler y Vannatta Reinhart, 2017; Pituch y Stevens, 2015), luego, se puede concluir que efectivamente las covariables seleccionadas son importantes y deben tenerse en cuenta en el presente estudio, comprobando así el tercer supuesto

**Tabla 18**

*Prueba multivariante Lambda de Wilks para la verificación de la homogeneidad de los hiperplanos de regresión entre las variables independientes y las covariables.*

Efecto	Estadístico	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales* Estilo cognitivo* Logro previo	Lambda de Wilks	0,49	1,12	63	529,89	0,25
Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales* Estilo cognitivo* Autoeficacia académica previa	Lambda de Wilks	0,49	1,13	63	529,89	0,25
Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales* Estilo cognitivo* Autoeficacia ambientes virtuales aprendizajes previos	Lambda de Wilks	0,52	1,03	63	529,89	0,41
Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales* Estilo cognitivo* Autoeficacia ambientes virtuales tiempos previos	Lambda de Wilks	0,48	1,15	63	529,89	<b>0,21</b>
Tipo de andamiaje * Activadores motivacionales* Estilo cognitivo* Autoeficacia ambientes virtuales tecnologías previo	Lambda de Wilks	0,55	0,95	63	529,89	0,58

Comprobados los tres supuestos se continúa con los resultados estadísticos descriptivos

### **Resultados estadísticos descriptivos de las variables dependientes**

El estudio contó con ocho variables dependientes: *logro de aprendizaje*, *autoeficacia académica*, autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, con tres

subescalas: *aprendizaje, gestión del tiempo y uso de las tecnologías*, carga cognitiva con tres subescalas: *carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extrínseca y carga cognitiva germánica* y cinco covariables: *logro de aprendizaje previo, autoeficacia académica previa, autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea previa*, con tres subescalas: *aprendizaje, gestión del tiempo y uso de las tecnologías* a continuación la tabla 19, muestra los datos estadísticos descriptivos.

**Tabla 19**

*Estadísticos descriptivos de las variables dependiente.*

ANDAMIAJE	ACTIVADOR MOTIVACIONAL	ESTILOS COGNITIVO	N	LOGRO FINAL		AUTOEFICACIA ACADEMICA FINAL		AUTOEFICACIA PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA						CARGA COGNITIVA					
				Media	D.E	Media	D.E	APRENDIZAJE		GESTIÓN DEL TIEMPO		USO DE TECNOLOGÍAS		INTRÍNSECA		EXTRÍNSECA		GERMÁNICA	
								Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E
Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	22	3,51	0,50	5,81	0,52	5,24	0,99	5,43	0,94	5,29	0,90	6,21	1,39	3,85	1,37	7,65	1,13
		Con tendencia Independencia	26	3,93	0,48	6,25	0,57	5,48	0,84	5,46	0,86	5,64	0,85	5,56	1,40	3,48	1,44	7,62	1,11
		Total	48	3,74	0,53	6,05	0,59	5,37	0,91	5,45	0,89	5,48	0,88	5,86	1,42	3,65	1,40	7,63	1,11
	Invariables	Con tendencia a Sensibilidad	14	3,65	0,54	5,64	0,64	4,34		4,97	0,97	4,85	1,08	6,40	1,19	3,43	0,52	7,25	1,03
		Con tendencia Independencia	22	3,76	0,51	5,77	0,49	5,00	0,95	5,27	0,99	5,53	0,91	5,41	1,58	3,04	1,21	7,54	1,10
		Total	36	3,71	0,52	5,72	0,55	4,75	0,96	5,15	0,98	5,27	1,02	5,80	1,50	3,19	1,01	7,43	1,07
	Total	Con tendencia a Sensibilidad	36	3,56	0,51	5,74	0,57	4,89	1,03	5,25	0,97	5,12	0,98	6,28	1,30	3,68	1,12	7,49	1,10
		Con tendencia Independencia	48	3,85	0,50	6,03	0,59	5,26	0,92	5,37	0,92	5,59	0,87	5,49	1,47	3,28	1,35	7,58	1,10
		Total	84	3,73	0,52	5,90	0,59	5,10	0,98	5,32	0,94	5,39	0,94	5,83	1,45	3,45	1,26	7,54	1,09
Desvanecido o a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad	15	3,86	0,27	5,99	0,44	5,35	0,86	5,00	0,94	5,04	0,94	6,33	0,81	4,25	1,42	7,81	0,77
		Con tendencia Independencia	14	4,21	0,32	6,42	0,67	5,79	0,87	5,89	1,14	5,90	0,61	6,10	1,12	3,52	1,49	8,27	0,85
		Total	29	4,02	0,34	6,19	0,59	5,55	0,88	5,41	1,11	5,44	0,90	6,22	0,96	3,91	1,47	8,03	0,83
	Invariables	Con tendencia a Sensibilidad	21	3,64	0,41	5,58	0,64	5,08	0,56	4,95	0,87	5,37	0,80	6,64	0,77	3,82	1,32	7,41	0,63
		Con tendencia Independencia	11	3,72	0,54	5,74	0,60	4,30	0,56	5,31	1,13	5,36	1,02	5,54	1,16	3,20	1,62	7,45	0,86

	Total	32	3,67	0,45	5,63	0,62	4,81	0,67	5,08	0,97	5,37	0,87	6,26	1,05	3,60	1,44	7,43	0,71
Total	Con tendencia a Sensibilidad	37	3,74	0,37	5,76	0,59	5,20	0,71	4,97	0,89	5,23	0,87	6,50	0,79	4,01	1,36	7,58	0,71
	Con tendencia Independencia	25	3,99	0,48	6,12	0,72	5,13	1,05	5,63	1,15	5,66	0,84	5,85	1,15	3,38	1,52	7,91	0,93
	Total	62	3,84	0,43	5,90	0,66	5,17	0,86	5,24	1,05	5,40	0,88	6,24	0,99	3,75	1,45	7,72	0,82
Variables	Con tendencia a Sensibilidad	38	3,65	0,45	5,88	0,49	5,28	0,93	5,25	0,95	5,19	0,91	6,26	1,17	4,02	1,39	7,72	0,99
	Con tendencia Independencia	40	4,03	0,45	6,31	0,61	5,59	0,85	5,61	0,97	5,73	0,78	5,75	1,32	3,49	1,44	7,85	1,06
	Total	78	3,85	0,48	6,10	0,59	5,44	0,90	5,43	0,98	5,46	0,88	6,00	1,27	3,75	1,43	7,78	1,02
Total	Con tendencia a Sensibilidad	35	3,64	0,46	5,60	0,63	4,78	0,78	4,96	0,90	5,16	0,95	6,54	0,95	3,66	1,08	7,35	0,81
	Con tendencia Independencia	33	3,74	0,51	5,76	0,52	4,77	0,90	5,28	1,03	5,48	0,94	5,45	1,43	3,09	1,34	7,51	1,02
	Total	68	3,69	0,48	5,68	0,58	4,78	0,83	5,12	0,97	5,31	0,95	6,01	1,32	3,38	1,24	7,43	0,91
Total	Con tendencia a Sensibilidad	73	3,65	0,45	5,75	0,58	5,04	0,89	5,11	0,93	5,17	0,92	6,39	1,07	3,85	1,25	7,54	0,92
	Con tendencia Independencia	73	3,90	0,50	6,06	0,63	5,22	0,96	5,46	1,00	5,61	0,86	5,62	1,37	3,31	1,40	7,69	1,05
	Total	145	3,77	0,49	5,90	0,62	5,13	0,93	5,29	0,98	5,39	0,91	6,01	1,29	3,58	1,35	7,62	0,99

En los párrafos siguientes se analiza cada variable dependiente por separado y se muestra una gráfica comparativa con su respectiva covariable.

### ***Logro de aprendizaje***

El logro de aprendizaje se define como el promedio de las siete evaluaciones aplicadas en el ambiente de aprendizaje virtual, al finalizar cada unidad. En la tabla 20 se presenta la media, la desviación estándar el puntaje mínimo y el puntaje máximo que obtuvo cada grupo participante en la experiencia.

Como se puede observar en la misma tabla, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo, que trabajaron bajo las condiciones de andamiaje con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables, obtuvieron un promedio máximo de ( $M=4,21$  y  $DE=0,32$ ). Por otro lado, los sujetos con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales variables obtuvieron un promedio mínimo de ( $M=3,51$  y  $DE=0,50$ ).

El puntaje mínimo general de logro de aprendizaje fue de 2,29, registrado en el grupo de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio, que trabajaron con andamiaje fijo y mensajes motivacionales variables y el puntaje máximo fue de 4,86 obtenido en el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron andamiajes fijos con mensajes variables.

**Tabla 20***Estadísticos descriptivos para Logro de Aprendizaje*

Tipo de Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	<b>3,51</b>	<b>0,50</b>	<b>2,29</b>	4,50	
		Con tendencia a la independencia de campo	26	3,93	0,48	3,14	<b>4,86</b>	
		Total	48	3,74	0,53	2,29	4,86	
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	3,65	0,54	2,64	4,50	
		Con tendencia a la independencia de campo	22	3,76	0,51	2,57	4,50	
		Total	36	3,71	0,52	2,57	4,50	
	<b>Total</b>			<b>84</b>	<b>3,73</b>	<b>0,52</b>	<b>2,29</b>	<b>4,86</b>
	Desvanecimiento a del voluntad estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	3,85	0,28	3,50	4,29
			Con tendencia a la independencia de campo	14	<b>4,21</b>	<b>0,32</b>	3,79	4,79
			Total	29	4,02	0,34	3,50	4,79
Invariables		Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	3,64	0,41	2,70	4,29	
		Con tendencia a la independencia de campo	11	3,72	0,54	3,00	4,71	
		Total	32	3,67	0,45	2,70	4,71	
<b>Total</b>			<b>61</b>	<b>3,84</b>	<b>0,44</b>	<b>2,70</b>	<b>4,79</b>	
<b>Total</b>			<b>145</b>	<b>3,77</b>	<b>0,49</b>	<b>2,29</b>	<b>4,86</b>	

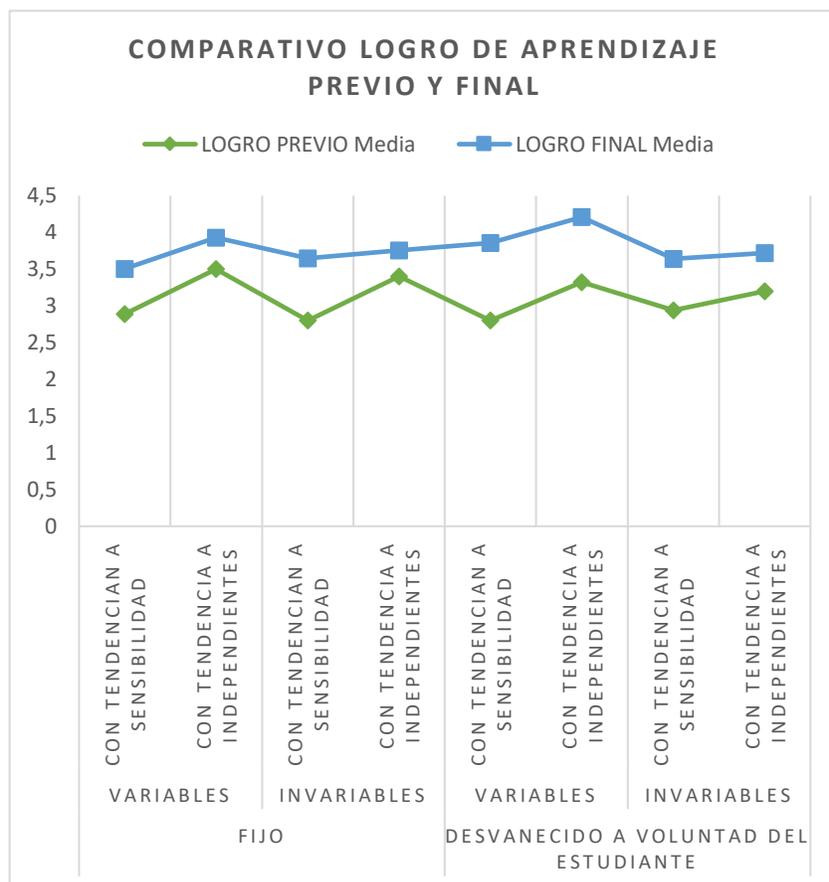
En la misma tabla se puede apreciar que la media general obtenida por la población fue del orden (M) de 3,77 con una desviación estándar (DE) de 0,49.

La comparación entre el logro de aprendizaje inicial (representado por la gráfica de color verde) y el logro de aprendizaje final (representado por la gráfica de color azul) se

muestra en la Figura 20. Como se puede observar, todas las condiciones de la experiencia propuestas en el estudio favorecieron el aprendizaje final.

**Figura 200**

*Gráfica comparativa entre logro de aprendizaje Previo y Final*



### ***Autoeficacia académica***

Terminadas las siete sesiones que conformaron la intervención, se administraron nuevamente las ocho preguntas del MSLQ pertenecientes a la subescala de *autoeficacia académica*, en esta ocasión el índice de fiabilidad alcanzó un 85% medido con el Alfa de Cronbach. La tabla 21 muestra las medias, la desviación estándar, el puntaje mínimo y el

puntaje máximo obtenido por los grupos asignados a las diferentes condiciones de estudio.

Así el mayor promedio (M) 6,42 con una desviación estándar (DE) de 0,67 fue obtenido por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiaje por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables, por su parte, los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiaje a voluntad del estudiante y activadores motivacionales invariables, obtuvieron la media más baja (M) 5,58 con una desviación estándar (DE) 0,64.

De los esquemas de experimentación el puntaje mínimo (4,30) fue obtenido en el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables, el puntaje máximo (7,0) fue reportado por dos grupos: los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con activadores variables y con las dos versiones de andamiaje.

La población total que participó en la experiencia obtuvo una media de (M) 5,90, con una desviación estándar de (DE) 0,62.

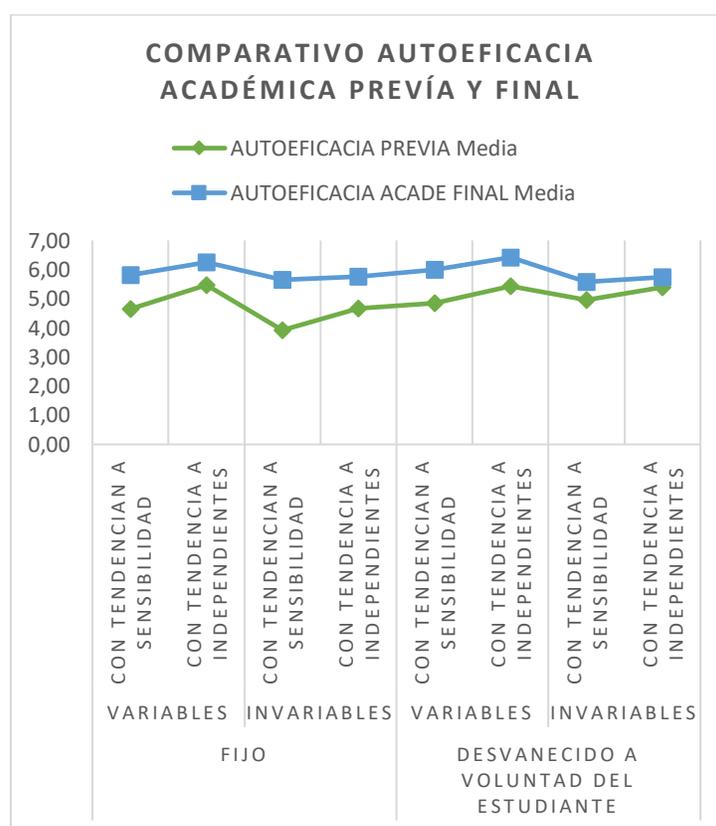
**Tabla 21***Estadísticos descriptivos de Autoeficacia académica.*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,81	0,52	4,75	6,75	
		Con tendencia a Independencia de campo	26	6,25	0,57	5,00	<b>7,00</b>	
		<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>6,05</b>	<b>0,59</b>	<b>4,75</b>	<b>7,00</b>	
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	5,64	0,64	4,50	6,50	
		Con tendencia a Independencia de campo	22	5,77	0,49	4,75	6,25	
		<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>5,72</b>	<b>0,55</b>	<b>4,50</b>	<b>6,50</b>	
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>5,90</b>	<b>0,59</b>	<b>4,50</b>	<b>7,00</b>	
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	5,96	0,43	5,13	6,75
			Con tendencia a Independencia de campo	14	<b>6,42</b>	<b>0,67</b>	4,50	<b>7,00</b>
			<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>6,18</b>	<b>0,60</b>	<b>4,50</b>	<b>7,00</b>
Invariables		Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>5,58</b>	<b>0,64</b>	<b>4,30</b>	6,75	
		Con tendencia a Independencia de campo	11	5,74	0,60	4,75	6,50	
		<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>5,63</b>	<b>0,62</b>	<b>4,30</b>	<b>6,75</b>	
		<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>5,89</b>	<b>0,67</b>	<b>4,30</b>	<b>7,00</b>	
<b>Total</b>		<b>145</b>	<b>5,90</b>	<b>0,62</b>	<b>4,30</b>	<b>7,00</b>		

La comparación entre el logro de aprendizaje inicial (representado por la gráfica de color verde) y el logro de aprendizaje final (representado por la gráfica de color azul) se muestra en la Figura 21. Como se puede observar, todas las condiciones de la experiencia propuestas en el estudio favorecieron el aprendizaje final.

**Figura 21**

*Gráfica comparativa entre Autoeficacia Académica Previa y Final.*



***Autoeficacia para el aprendizaje en línea***

Al igual que el instrumento anterior, se aplicó nuevamente finalizada la intervención, así se obtuvieron los siguientes resultados en cada subescala

Autoeficacia para aprendizaje en ambientes en línea, subescala: Aprendizaje.

Esta subescala alcanzó un Alfa de Cronbach de 84,7% de fiabilidad, la tabla 17 muestra los estadísticos descriptivos correspondientes a esta subescala, en la misma tabla se puede apreciar que los estudiantes independientes de campo que intervinieron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables, obtuvieron el mayor promedio  $M=5,79$  con una desviación estándar de  $DE=0,87$ , de igual manera, el menor promedio  $M=4,30$  con una desviación estándar de  $DE=0,56$  fue obtenidos por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales invariables.

El puntaje mínimo (3,10) fue obtenido por un estudiante con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuó con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables, de otro lado el mayor puntaje (6,8) fue alcanzado en el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes fijo y activadores motivacionales variables.

En la misma tabla puede apreciarse que el promedio general con relación a esta variable dependiente fue de  $M=5,14$ , con una desviación estándar de  $DE=0,93$ .

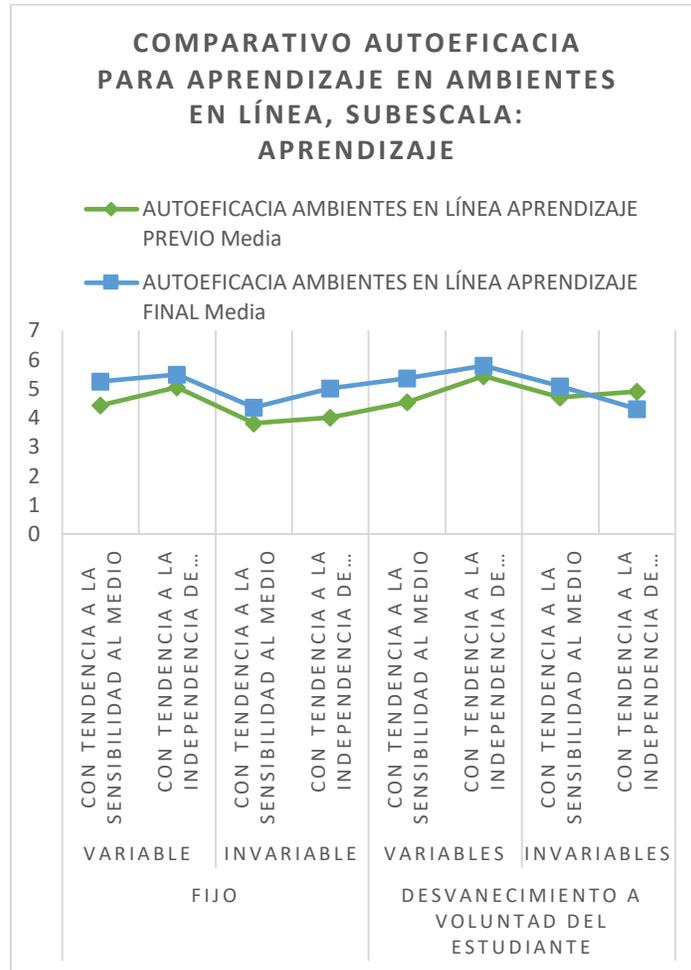
**Tabla 22***Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Aprendizaje.*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,24	0,99	3,40	6,70
		Con tendencia a Independencia de campo	26	5,48	0,84	3,40	<b>6,80</b>
		Total	48	5,37	0,91	3,40	6,80
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	4,34	0,86	<b>3,10</b>	5,80
		Con tendencia a Independencia de campo	22	5,00	0,95	3,57	6,70
		Total	36	4,75	0,96	3,10	6,70
Total			84	5,10	0,98	3,10	6,80
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	5,42	0,84	3,60	6,70
		Con tendencia a Independencia de campo	14	<b>5,79</b>	0,87	3,70	6,50
		Total	29	5,60	0,86	3,60	6,70
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	5,08	0,56	4,10	5,90
		Con tendencia a Independencia de campo	11	<b>4,30</b>	<b>0,56</b>	3,70	5,50
		Total	32	4,81	0,67	3,70	5,90
Total			61	5,18	0,86	3,60	6,70
Total			145	5,14	0,93	3,10	6,80

En cuanto a la comparación entre el estado inicial y el estado de esta variable, la figura 22 indica que todos los grupos de trabajo aumentaron su promedio, con excepción de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje con desvanecimiento a voluntad y mensajes motivacionales invariables.

**Figura 22**

Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para aprendizaje previo y final.



Autoeficacia para aprendizaje en línea, subescala: *Gestión del tiempo*.

El Alfa de Cronbach de esta subescala mostró una confiabilidad del instrumento de 82,6%. Los estadísticos descriptivos referidos en la tabla No. 23, muestra que los

estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables, obtuvieron el promedio más alto  $M=5,90$  con una desviación estándar de  $DE=0,61$  con relación a esta variable; de otro lado, el promedio más bajo  $M=5,07$  con desviación estándar de  $DE=0,97$  fue obtenido por estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con la versión de software de iguales condiciones que el anterior.

De otro lado el puntaje mínimo (2,14) fue obtenido en la población con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuó con andamiaje fijo y activadores invariables y el máximo (6,86) se localizó en el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuó con andamiajes fijo y activadores motivacionales variables.

**Tabla 23**

*Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Gestión de tiempo*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,29	0,90	3,14	6,43	
		Con tendencia a Independencia de campo	26	5,64	0,85	3,57	<b>6,86</b>	
		Total	48	5,48	0,88	3,14	6,86	
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	4,85	1,08	<b>2,14</b>	6,29	
		Con tendencia a Independencia de campo	22	5,53	0,91	3,57	6,71	
		Total	36	5,27	1,02	2,14	6,71	
	Total		84	5,39	0,94	2,14	6,86	
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	<b>5,07</b>	<b>0,97</b>	3,57	6,71
			Con tendencia a Independencia de campo	14	<b>5,90</b>	<b>0,61</b>	4,86	6,71

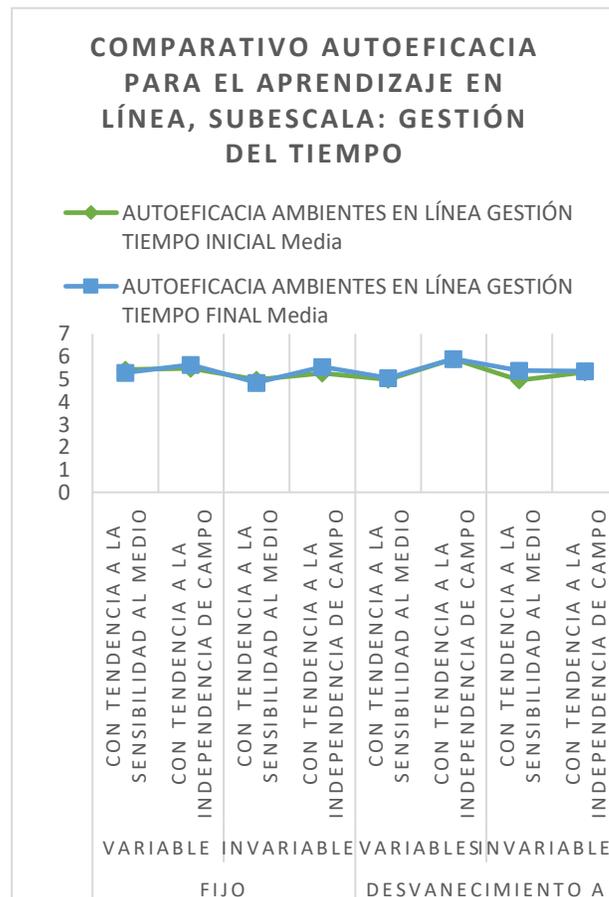
	Total	29	5,47	0,90	3,57	6,71
Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	5,37	0,80	3,14	6,43
	Con tendencia a Independencia de campo	11	5,36	1,02	3,43	6,57
	Total	32	5,37	0,87	3,14	6,57
	Total	61	5,42	0,88	3,14	6,71
Total		145	5,20	0,92	3,14	6,86

En la misma tabla puede apreciarse que el promedio general de la población fue de  $M=5,20$ , con una desviación estándar de  $DE=0,92$ . El comparativo entre el estado previo y el final con relación a esta variable y reportado por los estudiantes, no muestra mayores diferencias.

La figura 23 muestra la gráfica comparativa entre la autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala gestión de tiempo antes y después de la intervención

**Figura 23**

Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para Gestión del tiempo previa y final.



Autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala: *Uso de la tecnología*.

Con relación a los estadísticos descriptivos de la subescala del *uso de la tecnología* mostrado en la tabla 24, se puede apreciar que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo y que interactuaron con los andamiajes con desvanecimiento a cargo del estudiante y activadores motivacionales variables, alcanzaron la mayor media

M=5,9 con una desviación estándar de DE=0,61 en esta subescala. De otro lado, el menor promedio M=4,85 con una desviación estándar de 1,08 fue obtenido por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio, que interactuaron con mensajes motivacionales invariables y andamiajes fijos.

El puntaje mínimo (2,14) se localizó en la población con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuó con andamiajes fijos y mensajes invariables, por su parte el máximo puntaje (6,86) fue alcanzado en el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuó con andamiajes fijo y mensajes variables.

**Tabla 24**

*Estadísticos descriptivos para autoeficacia en línea, subescala: Uso de tecnología*

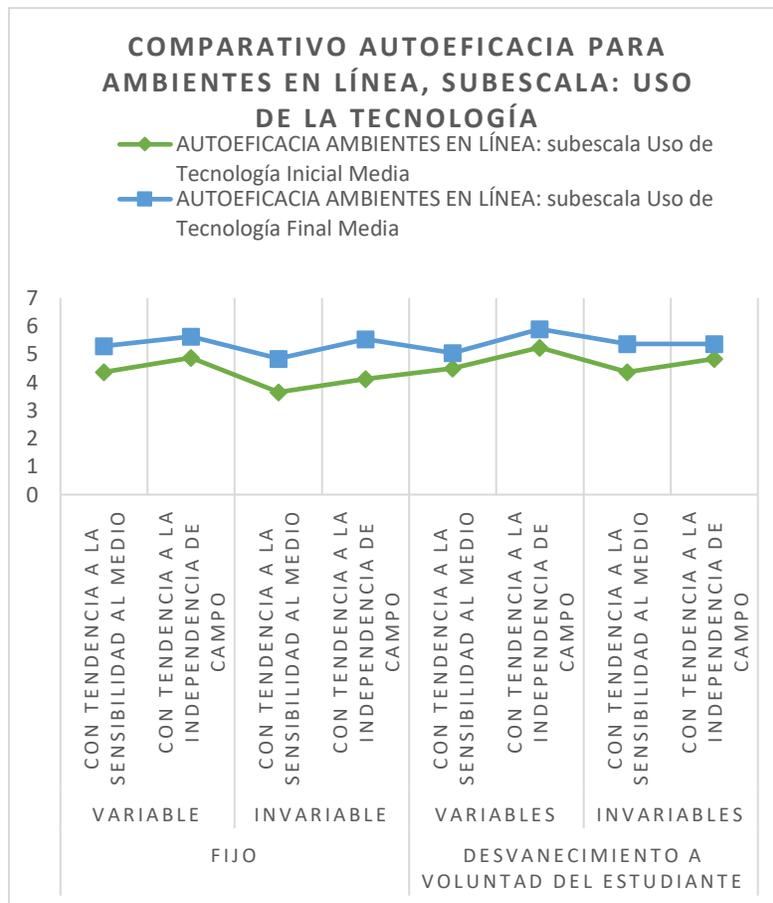
Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,29	0,90	3,14	6,43
		Con tendencia a Independencia de campo	26	5,64	0,85	3,57	<b>6,86</b>
		Total	48	5,48	0,88	3,14	6,86
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	<b>4,85</b>	<b>1,08</b>	<b>2,14</b>	6,29
		Con tendencia a Independencia de campo	22	5,53	0,91	3,57	6,71
		Total	36	5,27	1,02	2,14	6,71
Total			84	5,39	0,94	2,14	6,86
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	5,07	0,97	3,57	6,71
		Con tendencia a Independencia de campo	14	<b>5,90</b>	<b>0,61</b>	4,86	6,71
		Total	29	5,47	0,90	3,57	6,71
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	5,37	0,80	3,14	6,43
		Con tendencia a Independencia de campo	11	5,36	1,02	3,43	6,57
		Total	32	5,37	0,87	3,14	6,57
Total			61	5,42	0,88	3,14	6,71
Total			145	5,40	0,91	2,14	6,86

Con relación a la población total, se obtuvo una media de  $M=5,40$ , con una desviación estándar de  $DE=0,91$ .

La figura 24, muestra el comparativo del estado previo de esta variable y el estado posterior a la intervención, en ella se puede apreciar que los grupos pertenecientes a diferentes condiciones de experimentación lograron aumentar su percepción con relación al *uso de la tecnología* cuando se interactúa con ambientes virtuales de aprendizaje.

**Figura 24**

*Gráfica comparativa entre autoeficacia aprendizajes en línea, subescala para uso de la Tecnología previa y final.*



***Carga cognitiva.***

La *carga cognitiva* fue medida mediante la prueba de Leppink, Paas, Van Gog, Van der Vleuten y Van Merriënboer (2014). Este instrumento se administró a los participantes una vez que habían completado la unidad de estudio, y se aplicó un total de siete veces a lo largo del estudio. El puntaje final de cada participante se calculó como el promedio de los puntajes obtenidos en las siete pruebas. Es importante destacar que en este caso no se realizaron comparaciones con la carga cognitiva previa, ya que durante la etapa previa los participantes no habían sido sometidos a ningún proceso de aprendizaje sobre el cual medir estas variables.

A continuación, los resultados obtenidos en cada una de las subescalas de esta variable:

#### Carga cognitiva intrínseca

Esta subescala alcanzó un porcentaje de confiabilidad del 88,6% de acuerdo con el Alfa de Cronbach. En la tabla 20, se pueden observar los valores estadísticos descriptivos, al respecto la media más alta  $M=6,64$  con una desviación estándar de  $DE=0,77$ , fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio, que interactuaron con andamiajes desvanecidos a voluntad del usuario y activadores motivacionales invariables, de otro lado los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes fijos y mensajes invariables obtuvieron el promedio más bajo para esta variable  $M=5,41$  con desviación estándar de  $DE=1,58$ .

El puntaje mínimo (1,79) se localizó en la población de estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo que interactuó con andamiajes fijos y mensajes invariables, el puntaje más alto (8,75) fue registrado en el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuó con andamiaje fijo y activadores motivacionales variables (Tabla 25).

**Tabla 25**

*Estadísticos descriptivos Carga Cognitiva Intrínseca.*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,21	1,39	3,86	<b>8,75</b>
		Con tendencia a	26	5,56	1,40	2,36	7,82

		Independencia de campo					
		Total	48	5,86	1,42	2,36	8,75
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	6,40	1,19	4,07	8,11
		Con tendencia a Independencia de campo	22	<b>5,41</b>	<b>1,58</b>	<b>1,79</b>	7,86
	Total		36	5,80	1,50	1,79	8,11
	Total		84	5,83	1,45	1,79	8,75
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,32	0,83	4,89	7,86
		Con tendencia a Independencia de campo	14	6,10	1,12	4,36	8,25
		Total		29	6,22	0,97	4,36
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>6,64</b>	<b>0,77</b>	5,11	7,96
		Con tendencia a Independencia de campo	11	5,54	1,16	3,89	7,86
		Total		32	6,26	1,05	3,89
Total		61	6,24	1,00	3,89	8,25	
Total		145	6,00	1,29	1,79	8,75	

En la misma tabla, puede apreciarse que el promedio general fue de  $M=6,00$  con una desviación estándar de  $DE=1,29$ .

#### Carga cognitiva extrínseca

Esta subescala de la *carga cognitiva extrínseca*, alcanzó un índice de confiabilidad de 89,4% de acuerdo con el alfa de Cronbach (0,894), la tabla 26 permite observar los estadísticos descriptivos para esta subescala, el mayor puntaje de media  $M=3,96$  con una desviación estándar de  $DE=0,84$  fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables, de otra parte los estudiantes con tendencia a la

independencia de campo, que interactuaron con andamiajes fijos y mensajes invariables, fueron quienes reportaron medias más bajas  $M=3,04$  con desviación estándar de  $DE=1,21$ .

De otro lado el puntaje mínimo de 0,71 ubicado en la población con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje a voluntad y activadores variables, así mismo, el máximo puntaje fue de 7,36 en la población con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales variables.

**Tabla 26**

*Estadísticos descriptivos de Carga cognitiva Intrínseca*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	3,85	1,37	1,04	5,68	
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	3,48	1,44	1,50	<b>7,36</b>	
		Total	48	3,65	1,40	1,04	7,36	
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	3,43	0,52	2,50	4,50	
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	<b>3,04</b>	<b>1,21</b>	<b>0,54</b>	5,04	
		Total	36	3,19	1,01	0,54	5,04	
	<b>Total</b>			84	3,45	1,26	0,54	7,36
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	<b>3,96</b>	<b>0,84</b>	1,89	5,29
			Con tendencia a la Independencia de campo	14	3,52	1,49	<b>0,71</b>	5,57
Total			29	3,75	1,19	0,71	5,57	
Invariables		Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	3,82	1,32	0,82	6,21	
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	3,20	1,62	0,93	5,39	
		Total	32	3,60	1,44	0,82	6,21	

	Total	61	3,67	1,32	0,71	6,21
Total		145	<b>3,54</b>	<b>1,29</b>	0,54	7,36

En cuanto a la población total, obtuvo una media de 3,54 y una media de 1,29 registrado en la misma tabla.

#### Carga cognitiva germánica

El Alfa de Cronbach alcanzó un índice de confiabilidad del 93.7%. Con relación a los estadísticos descriptivos de esta variable se encuentran registrados en la tabla 27, en esta misma tabla se puede observar que la media más alta en esta categoría fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo y que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables  $M=8,27$  y una desviación estándar de  $DE=0,85$ , de otro lado la media más baja  $M=7,25$  y una desviación estándar de  $DE=1,03$  fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables.

Con referencia al puntaje mínimo fue de 5,14 en la población con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiaje fijo y mensajes variables, de otro lado, el puntaje máximo fue 9,57 obtenido en la población con estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo que trabajó con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables.

**Tabla 27***Estadísticos descriptivos de Carga Cognitiva Germánica.*

Tipo Andamiaje	Tipo de activador motivacional	Estilo cognitivo	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad al medio	22	7,65	1,13	5,31	9,11	
		Con tendencia a la independencia de campo	26	7,62	1,11	<b>5,14</b>	9,09	
		<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>7,63</b>	<b>1,11</b>	<b>5,14</b>	<b>9,11</b>	
	Invariables	Con tendencia a sensibilidad al medio	14	<b>7,25</b>	1,03	6,06	9,54	
		Con tendencia a la independencia de campo	22	7,54	1,10	5,80	<b>9,57</b>	
		<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>7,43</b>	<b>1,07</b>	<b>5,80</b>	<b>9,57</b>	
	<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>7,54</b>	<b>1,09</b>	<b>5,14</b>	<b>9,57</b>		
	Desvanecido voluntad estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad al medio	15	7,78	0,78	6,37	8,97
			Con tendencia a la independencia de campo	14	<b>8,27</b>	0,85	6,51	9,03
<b>Total</b>			<b>29</b>	<b>8,02</b>	<b>0,84</b>	<b>6,37</b>	<b>9,03</b>	
Invariables		Con tendencia a sensibilidad al medio	21	7,41	0,63	6,31	8,54	
		Con tendencia a la independencia de campo	11	7,45	0,86	5,83	8,69	
		<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>7,43</b>	<b>0,71</b>	<b>5,83</b>	<b>8,69</b>	
<b>Total</b>		<b>61</b>	<b>7,71</b>	<b>0,82</b>	<b>5,83</b>	<b>9,03</b>		
<b>Total</b>		<b>145</b>	<b>7,61</b>	<b>0,99</b>	<b>5,14</b>	<b>9,57</b>		

En cuanto a los resultados de la población en general, se encontró que obtuvo una media de  $M=7.61$  con una desviación estándar de  $DE=0,99$ .

Hasta aquí se ha hecho una descripción del comportamiento de las variables dependientes con relación a los diferentes escenarios de experimentación planteados en el presente estudio, en el siguiente apartado a través del análisis Mancova factorial  $2*2*2$ , se analizará si los datos descritos anteriormente presentaron diferencias estadísticamente significativas o no.

### **Análisis MANCOVA FACTORIAL DE 2\*2\*2.**

Comprobados los supuestos y revisados los estadísticos descriptivos de las variables dependientes, se procede a realizar un análisis de varianzas factorial multivariante MANCOVA de 2 (activadores motivacionales: variables e invariables) X 2 (andamiaje motivacional: fijos y con desvanecimiento por el estudiante) X 2 (estilo cognitivo: sensibles al medio e independientes de campo) con el fin de mostrar con mayor profundidad la influencia de las variables independientes y el estilo cognitivo junto con sus interacciones sobre las variables dependientes (Tabla 28).

### **Tabla 28**

Resumen del test univariado MANCOVA.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
<b>Modelo corregido</b>	Logro Final	8,807 <sup>a</sup>	12	0,734	3,757	0,000	0,255
	Autoeficacia académica final	17,620 <sup>b</sup>	12	1,468	5,114	0,000	0,317
	Aut Aprendizaje final	40,814 <sup>c</sup>	12	3,401	5,420	0,000	0,330
	Aut Gestión Tiempo final	32,224 <sup>d</sup>	12	2,685	3,294	0,000	0,230
	Aut Uso Tecnología final	33,685 <sup>e</sup>	12	2,807	4,270	0,000	0,280
	CC Intrínseca Total	33,701 <sup>f</sup>	12	2,808	1,799	0,054	0,141
	CC Extrínseca Total	26,034 <sup>g</sup>	12	2,169	1,347	0,200	0,109
	CC Germánica Total	15,306 <sup>h</sup>	12	1,276	1,347	0,200	0,109
	<b>Intersección</b>	Logro Final	11,046	1	11,046	56,551	0,000
Autoeficacia académica final		51,989	1	51,989	181,085	0,000	0,578
Aut Aprendizaje final		29,557	1	29,557	47,105	0,000	0,263
Aut Gestión Tiempo final		29,662	1	29,662	36,388	0,000	0,216
Aut Uso Tecnología final		24,629	1	24,629	37,465	0,000	0,221
CC Intrínseca Total		71,733	1	71,733	45,955	0,000	0,258
CC Extrínseca Total		52,062	1	52,062	32,322	0,000	0,197
CC Germánica Total		64,731	1	64,731	68,374	0,000	0,341
<b>LOGRO PREVIO</b>		Logro Final	1,365	1	1,365	6,986	0,009
	Autoeficacia académica final	0,663	1	0,663	2,311	0,131	0,017
	Aut Aprendizaje final	1,444	1	1,444	2,301	0,132	0,017
	Aut Gestión Tiempo final	1,003	1	1,003	1,231	0,269	0,009
	Aut Uso Tecnología final	0,280	1	0,280	0,425	0,515	0,003
	CC Intrínseca Total	3,626	1	3,626	2,323	0,130	0,017
	CC Extrínseca Total	4,923	1	4,923	3,056	0,083	0,023
	CC Germánica Total	0,246	1	0,246	0,260	0,611	0,002
<b>AUTOEFICACIA ACADÉMICA PREVIA</b>	Logro Final	0,596	1	0,596	3,050	0,083	0,023
	Autoeficacia académica final	4,983	1	4,983	17,357	0,000	0,116
	Aut Aprendizaje final	0,079	1	0,079	0,127	0,722	0,001
	Aut Gestión Tiempo final	0,380	1	0,380	0,466	0,496	0,004

	Aut	Uso	0,050	1	0,050	0,077	0,782	0,001
	Tecnología final							
	CC Intrínseca Total		0,090	1	0,090	0,058	0,810	0,000
	CC Extrínseca Total		4,607	1	4,607	2,860	0,093	0,021
	CC	Germánica	1,116	1	1,116	1,179	0,280	0,009
	Total							
<b>AUTOEFICACIA</b>	Logro Final		0,212	1	0,212	1,085	0,300	0,008
<b>AMBIENTES VIRTUALES</b>	Autoeficacia		0,278	1	0,278	0,969	0,327	0,007
<b>APRENDIZAJE PREVIO</b>	académica final							
	Aut	Aprendizaje	1,998	1	1,998	3,184	0,077	0,024
	final							
	Aut	Gestión	0,488	1	0,488	0,599	0,440	0,005
	Tiempo final							
	Aut	Uso	2,847	1	2,847	4,331	0,039	0,032
	Tecnología final							
	CC Intrínseca Total		0,307	1	0,307	0,197	0,658	0,001
	CC Extrínseca Total		1,392	1	1,392	0,864	0,354	0,007
	CC	Germánica	0,941	1	0,941	0,994	0,321	0,007
	Total							
<b>AUTOEFICACIA</b>	Logro Final		0,170	1	0,170	0,869	0,353	0,007
<b>AMBIENTES VIRTUALES</b>	Autoeficacia		0,961	1	0,961	3,347	0,070	0,025
<b>TIEMPO PREVIO</b>	académica final							
	Aut	Aprendizaje	0,002	1	0,002	0,003	0,954	0,000
	final							
	Aut	Gestión	5,831	1	5,831	7,153	0,008	0,051
	Tiempo final							
	Aut	Uso	1,528	1	1,528	2,325	0,130	0,017
	Tecnología final							
	CC	Intrínseca	0,045	1	0,045	0,029	0,865	0,000
	Total							
	CC	Extrínseca	1,900	1	1,900	1,179	0,279	0,009
	Total							
	CC	Germánica	0,338	1	0,338	0,357	0,551	0,003
	Total							
<b>AUTOEFICACIA</b>	Logro Final		0,187	1	0,187	0,956	0,330	0,007
<b>AMBIENTES VIRTUALES</b>	Autoeficacia		0,443	1	0,443	1,542	0,216	0,012
<b>TECNOLOGÍA PREVIO</b>	académica final							
	Aut	Aprendizaje	0,022	1	0,022	0,035	0,853	0,000
	final							
	Aut	Gestión	0,005	1	0,005	0,006	0,940	0,000
	Tiempo final							
	Aut	Uso	1,630	1	1,630	2,480	0,118	0,018
	Tecnología final							
	CC	Intrínseca	0,001	1	0,001	0,001	0,979	0,000
	Total							
	CC	Extrínseca	1,528	1	1,528	0,949	0,332	0,007
	Total							
	CC	Germánica	0,121	1	0,121	0,128	0,722	0,001
	Total							
<b>TIPO DE ANDAMIAJE</b>	Logro Final		0,612	1	0,612	3,135	<b>0,079</b>	0,023
	Autoeficacia		0,004	1	0,004	0,012	0,912	0,000
	académica final							

	Aut Aprendizaje final	0,246	1	0,246	0,392	0,532	0,003
	Aut Gestión Tiempo final	2,264	1	2,264	2,777	0,098	0,021
	Aut Uso Tecnología final	0,299	1	0,299	0,456	0,501	0,003
	CC Intrínseca Total	0,402	1	0,402	0,257	0,613	0,002
	CC Extrínseca Total	0,435	1	0,435	0,270	0,604	0,002
	CC Germánica Total	0,511	1	0,511	0,540	0,464	0,004
<b>ACTIVADORES MOTIVACIONALES</b>	Logro Final	0,955	1	0,955	4,887	<b>0,029</b>	0,036
	Autoeficacia académica final	5,101	1	5,101	17,768	<b>0,000</b>	0,119
	Aut Aprendizaje final	11,276	1	11,276	17,971	<b>0,000</b>	0,120
	Aut Gestión Tiempo final	0,003	1	0,003	0,004	0,949	0,000
	Aut Uso Tecnología final	0,054	1	0,054	0,081	0,776	0,001
	CC Intrínseca Total	0,035	1	0,035	0,023	0,881	0,000
	CC Extrínseca Total	2,362	1	2,362	1,467	0,228	0,011
	CC Germánica Total	3,769	1	3,769	3,981	<b>0,048</b>	0,029
<b>ESTILO COGNITIVO</b>	Logro Final	0,087	1	0,087	0,448	0,505	0,003
	Autoeficacia académica final	1,567	1	1,567	5,458	<b>0,021</b>	0,040
	Aut Aprendizaje final	0,102	1	0,102	0,162	0,688	0,001
	Aut Gestión Tiempo final	2,288	1	2,288	2,807	0,096	0,021
	Aut Uso Tecnología final	2,192	1	2,192	3,335	0,070	0,025
	CC Intrínseca Total	8,565	1	8,565	5,487	<b>0,021</b>	0,040
	CC Extrínseca Total	0,274	1	0,274	0,170	0,681	0,001
	CC Germánica Total	0,011	1	0,011	0,011	0,916	0,000
<b>TIPO DE ANDAMIAJE * ACTIVADORES MOTIVACIONALES</b>	Logro Final	1,526	1	1,526	7,814	<b>0,006</b>	0,056
	Autoeficacia académica final	1,022	1	1,022	3,560	0,061	0,026
	Aut Aprendizaje final	1,403	1	1,403	2,236	0,137	0,017
	Aut Gestión Tiempo final	0,126	1	0,126	0,155	0,695	0,001
	Aut Uso Tecnología final	0,024	1	0,024	0,036	0,850	0,000
	CC Intrínseca Total	0,372	1	0,372	0,238	0,626	0,002
	CC Extrínseca Total	1,020	1	1,020	0,633	0,428	0,005

	CC	Germánica	2,276	1	2,276	2,405	0,123	0,018
	Total							
<b>TIPO DE ANDAMIAJE * ESTILO COGNITIVO</b>	Logro Final		0,005	1	0,005	0,024	0,878	0,000
	Autoeficacia académica final		0,063	1	0,063	0,221	0,639	0,002
	Aut	Aprendizaje final	4,233	1	4,233	6,745	<b>0,010</b>	0,049
	Aut	Gestión Tiempo final	1,054	1	1,054	1,293	0,257	0,010
	Aut	Uso Tecnología final	0,238	1	0,238	0,362	0,548	0,003
	CC	Intrínseca Total	0,074	1	0,074	0,047	0,828	0,000
	CC	Extrínseca Total	0,761	1	0,761	0,473	0,493	0,004
	CC	Germánica Total	0,300	1	0,300	0,316	0,575	0,002
<b>ACTIVADORES MOTIVACIONALES* ESTILO COGNITIVO</b>	Logro Final		0,394	1	0,394	2,015	0,158	0,015
	Autoeficacia académica final		0,977	1	0,977	3,405	0,067	0,025
	Aut	Aprendizaje final	0,468	1	0,468	0,746	0,389	0,006
	Aut	Gestión Tiempo final	0,033	1	0,033	0,041	0,840	0,000
	Aut	Uso Tecnología final	0,045	1	0,045	0,069	0,794	0,001
	CC	Intrínseca Total	2,926	1	2,926	1,875	0,173	0,014
	CC	Extrínseca Total	0,072	1	0,072	0,045	0,833	0,000
	CC	Germánica Total	0,020	1	0,020	0,021	0,885	0,000
<b>TIPO DE ANDAMIAJE * ACTIVADORES MOTIVACIONALES* ESTILO COGNITIVO</b>	Logro Final		0,015	1	0,015	0,077	0,782	0,001
	Autoeficacia académica final		0,001	1	0,001	0,002	0,966	0,000
	Aut	Aprendizaje final	4,503	1	4,503	7,177	<b>0,008</b>	0,052
	Aut	Gestión Tiempo final	1,068	1	1,068	1,311	0,254	0,010
	Aut	Uso Tecnología final	2,191	1	2,191	3,332	0,070	0,025
	CC	Intrínseca Total	0,600	1	0,600	0,384	0,536	0,003
	CC	Extrínseca Total	0,052	1	0,052	0,032	0,858	0,000
	CC	Germánica Total	1,037	1	1,037	1,095	0,297	0,008
<b>Error</b>	Logro Final		25,783	132	0,195			
	Autoeficacia académica final		37,897	132	0,287			
	Aut	Aprendizaje final	82,827	132	0,627			
	Aut	Gestión Tiempo final	107,599	132	0,815			

	Aut	Uso	86,773	132	0,657
	Tecnología final				
	CC	Intrínseca	206,043	132	1,561
	Total				
	CC	Extrínseca	212,614	132	1,611
	Total				
	CC	Germánica	124,966	132	0,947
	Total				
<b>Total</b>	Logro Final		2099,016	145	
	Autoeficacia académica final		5102,832	145	
	Aut	Aprendizaje final	3950,066	145	
	Aut	Gestión Tiempo final	4190,875	145	
	Aut	Uso Tecnología final	4347,082	145	
	CC	Intrínseca Total	5464,507	145	
	CC	Extrínseca Total	2060,554	145	
	CC	Germánica Total	8542,507	145	
	Logro Final		34,590	144	
	Autoeficacia académica final		55,517	144	
<b>Total corregido</b>	Aut	Aprendizaje final	123,641	144	
	Aut	Gestión Tiempo final	139,823	144	
	Aut	Uso Tecnología final	120,458	144	
	CC	Intrínseca Total	239,744	144	
	CC	Extrínseca Total	238,648	144	
	CC	Germánica Total	140,272	144	

a. R al cuadrado = ,255 (R al cuadrado ajustada = ,187)

b. R al cuadrado = ,317 (R al cuadrado ajustada = ,255)

c. R al cuadrado = ,330 (R al cuadrado ajustada = ,269)

d. R al cuadrado = ,230 (R al cuadrado ajustada = ,161)

e. R al cuadrado = ,280 (R al cuadrado ajustada = ,214)

f. R al cuadrado = ,141 (R al cuadrado ajustada = ,062)

g. R al cuadrado = ,109 (R al cuadrado ajustada = ,028)

h. R al cuadrado = ,109 (R al cuadrado ajustada = ,028)

Los resultados del MANCOVA se encuentran registrados en la tabla 28, para examinarlos, a continuación, se muestran los efectos de cada una de las variables independientes y las respectivas interacciones sobre cada una de las variables dependientes.

### ***Efecto del tipo de andamiaje.***

El *tipo de andamiaje* (fijo y por desvanecimiento a cargo del estudiante) no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre ninguna de las variables dependientes: *logro de aprendizaje final* ( $F(1, 132) = 3,14, p = 0,08$ ); *autoeficacia académica final* ( $F(1, 132) = 0,012, p = 0,92$  y  $\eta^2 = 0,02$ ); *autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala aprendizaje* ( $F(1, 132) = 0,39, p = 0,53$  y  $\eta^2 = 0,003$ ); subescala *gestión de tiempo* ( $F(1, 132) = 2,78, p = 0,10$  y  $\eta^2 = 0,021$ ) y subescala *uso de la tecnología* ( $F(1, 132) = 0,46, p = 0,50$  y  $\eta^2 = 0,003$ ).

En cuanto a *la carga cognitiva* en la subescala *intrínseca* ( $F(1, 132) = 0,26, p = 0,61$  y  $\eta^2 = 0,002$ ); subescala *extrínseca* ( $F(1, 132) = 0,27, p = 0,60$  y  $\eta^2 = 0,002$ ) y finalmente subescala *germánica* ( $F(1, 132) = 0,54, p = 0,46$  y  $\eta^2 = 0,004$ ), obtuvieron valores de significancia por encima del 5%, lo que indica que el tipo de andamiaje no afectó las variables dependientes.

Este resultado podría explicarse dado que todos los grupos intervenidos en el estudio tuvieron apoyo en sus procesos de aprendizaje, sin embargo esta y las demás explicaciones serán expuestas en el apartado análisis y discusión.

### ***Efecto del tipo de activador motivacional***

Con relación a la variable *activadores motivacionales* variables e invariables, la tabla 20 permite apreciar que esta variable independiente fue la que más variables dependientes afectó pues tuvo efecto significativo sobre cuatro de las ocho variables dependientes: *el logro final de aprendizaje* ( $F(1, 132) = 4,89, p = 0,03$  y  $\eta^2 = 0,036$ ); la *autoeficacia académica final* ( $F(1, 132) = 17,77, p < 0,001$  y  $\eta^2 = 0,12$ ); la *autoeficacia para el aprendizaje en línea*, subescala *aprendizaje* ( $F(1, 132) = 17,97, p < 0,001$ ) y  $\eta^2 = 0,12$  y la *carga cognitiva* en la subescala *carga germánica* ( $F(1, 132) = 3,98, p = 0,048$  y  $\eta^2 = 0,029$ ).

Ahora bien, con el fin de determinar los grupos que puntuaron más alto en los promedios de las variables mencionadas, se aplicó el ajuste del intervalo de confianza de Bonferroni (tabla 29) encontrando que en todos los casos en los que se encontró diferencia estadísticamente significativa, los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables obtuvieron medias más altas que los grupos que trabajaron con activadores motivacionales invariables.

Así en la *variables logro académico final* los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables obtuvieron una media de  $M = 3,88$  versus los sujetos que interactuaron con activadores motivacionales invariables quienes alcanzaron una media de  $M = 3,70$ ; con relación a la *autoeficacia académica* la misma tabla nuestra que los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables alcanzaron una media de  $M = 6,10$  y quienes interactuaron con activadores motivacionales invariables  $M = 5,68$ .

Con relación a la *autoeficacia para el aprendizaje en línea*, subescala *aprendizaje*, los estudiantes que trabajaron con activadores motivacionales variables alcanzaron una media de M=5,36, mientras que los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales invariantes obtuvieron una media de M=4,76.

De la misma manera la *carga cognitiva germánica*, los sujetos que trabajaron con mensajes variables alcanzaron una media de M=7.80, mientras que quienes lo hicieron con andamiajes invariantes obtuvieron M=7,45, los resultados anteriores pueden observarse en la tabla 24.

**Tabla 29**

*Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Activadores*

*Motivacionales*

Variable dependiente	(I) Activador Motivacional	(J) Activador Motivacional	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	Media (I)
Logro Final	<b>Variables</b>	Invariantes	<b>,182*</b>	0,08	0,03	<b>3,881<sup>a</sup></b>
	Invariantes	Variables	<b>-,182*</b>	0,08	0,03	3,699 <sup>a</sup>
Autoeficacia académica final	Variables	Invariantes	,420*	0,10	0,00	6,105 <sup>a</sup>
	Invariantes	Variables	-,420*	0,10	0,00	5,685 <sup>a</sup>
Autoeficacia Aprendizaje final	Variables	Invariantes	,624*	0,15	0,00	5,386 <sup>a</sup>
	Invariantes	Variables	-,624*	0,15	0,00	4,762 <sup>a</sup>
CC Germánica Total	Variables	Invariantes	,361*	0,18	0,05	7,806 <sup>a</sup>
	Invariantes	Variables	-,361*	0,18	0,05	7,445 <sup>a</sup>

Se basa en medias marginales estimadas

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

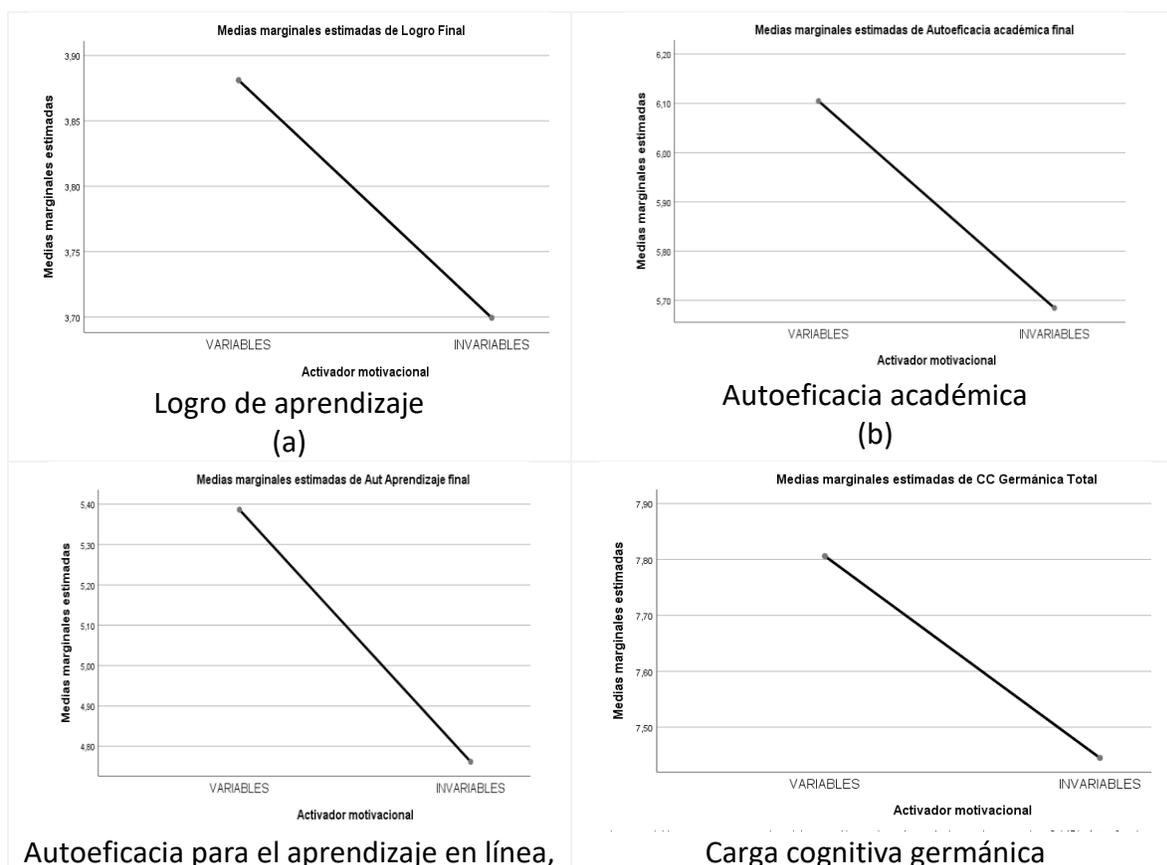
B. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

**Nota.** Con el objetivo de abreviar la tabla, dada la cantidad de variables dependientes, la tabla solo muestra las variables en las que se hallaron diferencias significativas y que son acordes con el análisis MANCOVA factorial, la tabla completa puede apreciarse en el anexo 5.

La figura 25 permite observar las gráficas de las medias correspondientes a las variables dependientes afectadas por la variable independiente en descripción.

**Figura 25**

*Efecto de la variable independiente Activador motivacional, sobre el logro de aprendizaje (a), autoeficacia académica (b), autoeficacia para aprendizaje en línea, subescala aprendizaje (c) y carga cognitiva germánica (d)*



subescala aprendizaje (c)	(d)
------------------------------	-----

De otro lado, los activadores motivacionales no tuvieron efecto sobre la *autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea*, subescalas *gestión del tiempo* ( $F(1, 132) = 0,004$ ,  $p = 0,95$  y  $\eta^2 = 0,00$ ) y *uso de tecnología* ( $F(1, 132) = 0,081$ ,  $p = 0,77$  y  $\eta^2 = 0,001$ ), e igual manera tampoco sobre la *cargas cognitivas intrínseca* ( $F(1, 132) = 0,023$ ,  $p = 0,88$  y  $\eta^2 = 0,00$ ) y la *extrínseca* ( $F(1, 132) = 1,47$ ,  $p = 0,23$  y  $\eta^2 = 0,01$ ).

***Efecto del estilo cognitivo.***

El estilo cognitivo tuvo efecto significativo sobre la *autoeficacia académica* ( $F(1, 132) = 5,46$ ,  $p = 0,021$  y  $\eta^2 = 0,040$ ) y la *carga cognitiva intrínseca* ( $F(1, 132) = 5,49$ ,  $p = 0,021$  y  $\eta^2 = 0,040$ ), al respecto, el ajuste del intervalo de confianza de Bonferroni mostró que con relación a la autoeficacia académica los estudiantes con tendencia a la independencia de campo obtuvieron una media significativamente mayor  $M = 6,03$  que sus compañeros con tendencia a la sensibilidad al medio  $M = 5,76$ .

Respecto a la carga cognitiva intrínseca los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio alcanzaron una media significativamente mayor  $M = 6,32$  que sus compañeros con tendencia a la independencia de campo  $M = 5,71$ . Los resultados anteriores pueden observarse en la tabla 30.

**Tabla 30***Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Estilo Cognitivo*

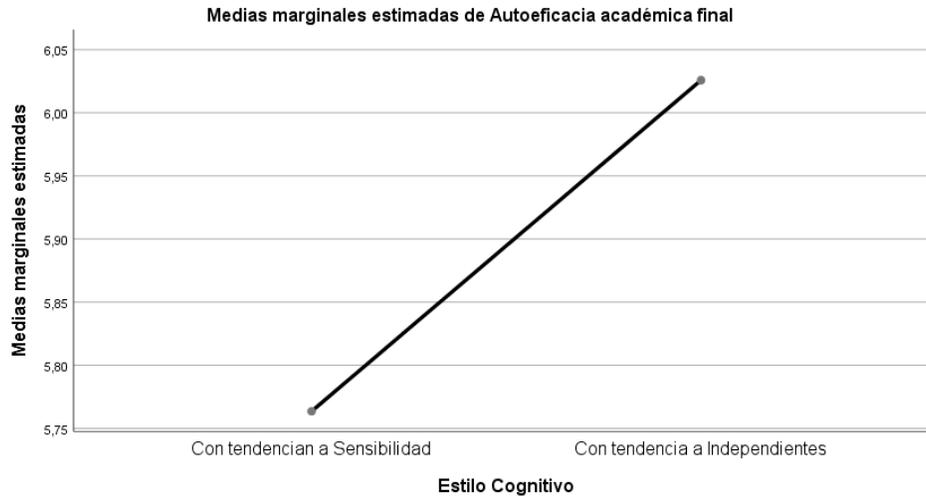
Variable dependiente	(I) Estilo cognitivo	(J) Estilo cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	Media (I)
Autoeficacia académica final	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independientes	-,262*	0,112	0,021	5,764 <sup>a</sup>
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	,262*	0,112	0,021	6,026 <sup>a</sup>
CC Intrínseca Total	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independientes	,613*	0,262	0,021	6,320 <sup>a</sup>
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	-,613*	0,262	0,021	5,707 <sup>a</sup>

**Nota.** Con el objetivo de abreviar la tabla, dada la cantidad de variables dependientes, la tabla solo muestra las variables en las que se hallaron diferencias significativas y que son acordes con los resultados del análisis MANCOVA factorial.

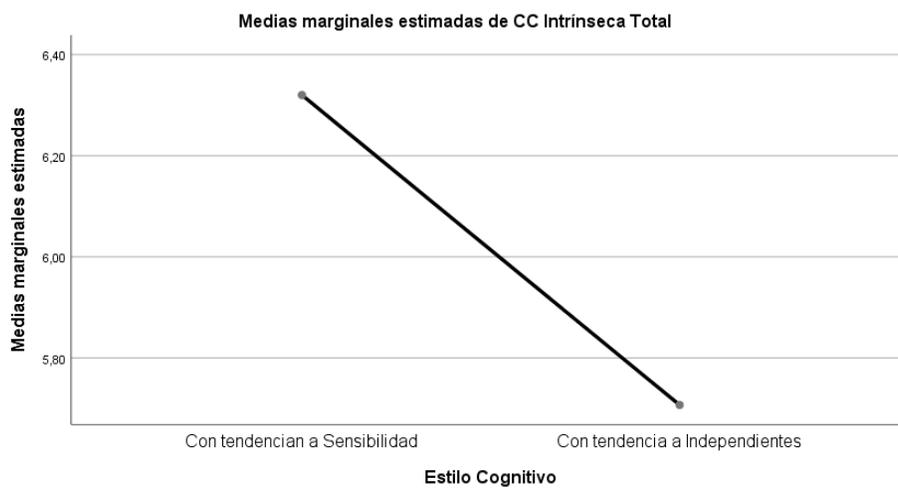
La figura 25 muestra las gráficas de las medias correspondientes a las variables dependientes afectadas (a) Autoeficacia académica y (b) carga cognitiva intrínseca por la variables asociada, *estilo cognitivo*.

**Figura 26**

*Efecto de la variable independiente Estilo cognitivo, sobre la autoeficacia académica (a) y la carga cognitiva intrínseca (b)*



(a) Autoeficacia académica



(b) Carga cognitiva intrínseca

En este sentido, el estilo cognitivo no tuvo efectos estadísticamente significativos sobre las variables: *logro final* ( $F(1, 132) = 0,49$ ,  $p = 0,51$  y  $\eta^2 = 0,003$ ); *autoeficacia para el aprendizaje en línea* en ninguna de sus tres subescalas: *aprendizaje* ( $F(1, 132) = 0,162$ ,  $p = 0,69$  y  $\eta^2 = 0,001$ ), *gestión de tiempo* ( $F(1,$

$132) = 2,80$ ,  $p = 0,10$  y  $\eta^2 = 0,021$ ) y *uso de las tecnologías* ( $F(1, 132) = 3,34$ ,  $p = 0,070$  y  $\eta^2 = 0,025$ ), ni tampoco en las cargas cognitivas *extrínseca* ( $F(1, 132) = 0,17$ ,  $p = 0,68$  y  $\eta^2 = 0,001$ ) y *germánica* ( $F(1, 132) = 0,011$ ,  $p = 0,916$  y  $\eta^2 = 0,00$ ).

En los siguientes apartados se examinarán los efectos de las interacciones entre las variables independientes sobre las variables dependientes:

**Interacción: Tipo de andamiaje \* Activadores motivacionales**

La interacción entre las variables *tipo de andamiaje* y *activadores motivacionales* solo tuvo efecto significativo en este estudio en *el logro final* ( $F(1, 132) = 7,82, p = 0,006$  y  $\eta^2 = 0,056$ ) a favor de los estudiantes que interactuaron andamiaje con desvanecimiento a voluntad y mensajes variables quienes alcanzaron una media igual a  $M = 4,06$  que resultó ser estadísticamente superior comparada con la media alcanzada por los estudiantes que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales variables ( $M = 3,70$ ) e invariables ( $M = 3,73$ ), al igual que los estudiantes que trabajaron con andamiaje por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales invariables ( $M = 3,66$ ) tal y como se observa en el test de Bonferroni (tabla 31).

**Tabla 31**

*Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje Vs Activador motivacional sobre la variable dependiente Logro final*

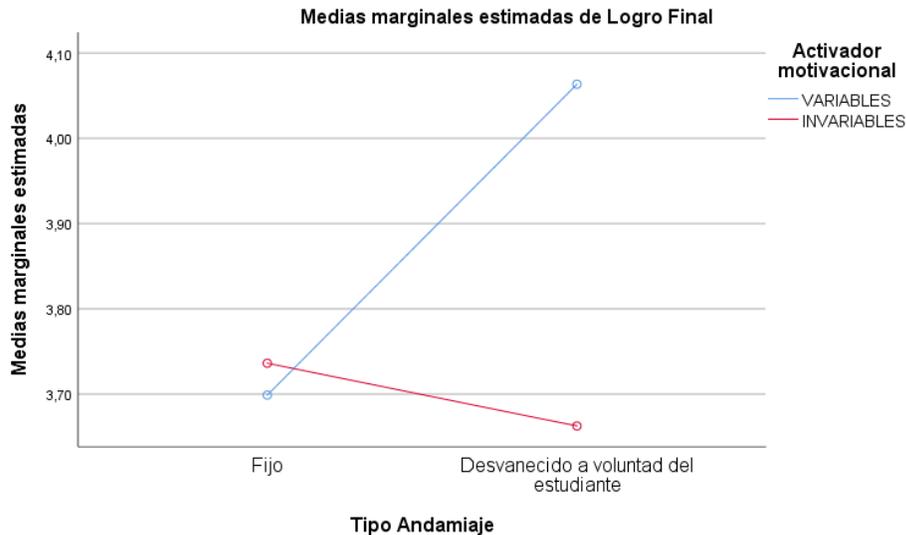
Tipo de andamiaje	Activador motivacional (I)	Activador motivacional (J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	Media
Fijo	Variables	Invariables	-0,037	0,107	0,726	3,699 <sup>a</sup>
	Invariables	Variables	0,037	0,107	0,726	3,736 <sup>a</sup>
Desvanecido a voluntad del estudiante	<b>Variables</b>	Invariables	<b>,401*</b>	0,120	0,001	<b>4,063<sup>a</sup></b>
	Invariables	Variables	<b>-,401*</b>	0,120	0,001	<b>3,663<sup>a</sup></b>

Al respecto la figura 27, permite observar la gráfica de las medias registradas en la tabla

31

**Figura 27**

*Interacción entre las variables Tipo de andamiaje y Activadores motivacionales sobre la variable dependiente Logro de aprendizaje.*



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 3,1451, Autoeficacia académica = 4,9267, Aut Aprendizaje previo = 4,6208, Aut Gestión Tiempo previo = 4,4558, Aut Uso Tecnología previo = 4,4821

De otro lado, esta interacción no tuvo efecto significativo sobre las demás variables dependientes: *autoeficacia académica* ( $F(1, 132) = 3,57, p = 0,061$  y  $\eta^2 = 0,03$ ), *autoeficacia para el aprendizaje en línea*, subescalas *aprendizaje* ( $F(1, 132) = 3,24, p = 0,14$  y  $\eta^2 = 0,02$ ), *gestión de tiempo* ( $F(1, 132) = 0,16, p = 0,67$  y  $\eta^2 = 0,001$ ) y *uso de las tecnologías* ( $F(1, 132) = 0,036, p = 0,85$  y  $\eta^2 = 0,00$ ).

Tampoco tuvo efecto sobre las *cargas cognitivas intrínseca* ( $F(1, 132) = 0,24, p = 0,63$  y  $\eta^2 = 0,002$ ), *extrínseca* ( $F(1, 132) = 0,63, p = 0,43$  y  $\eta^2 = 0,005$ ) y *germánica* ( $F(1, 132) = 2,41, p = 0,12$  y  $\eta^2 = 0,02$ ).

**Interacción: Tipo de andamiaje \* Estilo cognitivo.**

La interacción de estas dos variables independientes tuvo efecto sobre la autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala *Aprendizaje* ( $F(1, 132) = 6,75$ ,  $p = 0,01$  y  $\eta^2 = 0,05$ ), de acuerdo con el test de Bonferroni el mayor promedio en esta variable dependiente fue alcanzado por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje fijo ( $M = 5,33$ ), esta media fue estadísticamente superior comparada con la media alcanzada por estudiantes sensibles al medio que trabajaron con el mismo tipo de andamiaje ( $M = 4,91$ ) y los estudiante que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad tanto con tendencia a la sensibilidad al medio ( $M = 5,17$ ) como con tendencia a la independencia de campo ( $M = 4,88$ ) (tabla 32).

**Tabla 32**

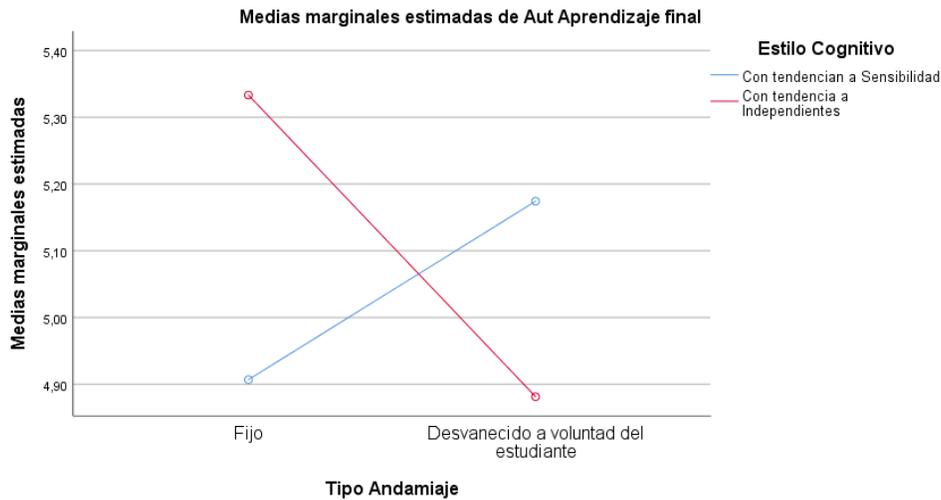
*Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje \* Estilo cognitivo sobre la variable dependiente Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales, subescala aprendizaje.*

Tipo de andamiaje	(I) Estilo cognitivo	(J) Estilo cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	Media
Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	<b>-,426*</b>	0,21	0,04	4,91
	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	<b>,426*</b>	0,21	0,04	<b>5,33</b>
Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	0,29	0,22	0,19	5,17
	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-0,29	0,22	0,19	4,88

De igual manera la figura 28 permite visualizar la superioridad de la media obtenida por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes fijos sobre sus compañeros.

## Figura 28

Efecto de la interacción entre las variables Tipo de andamiaje y estilo cognitivo sobre autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje.



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 3,1451, Autoeficacia académica = 4,9267, Aut Aprendizaje previo = 4,6208, Aut Gestión Tiempo previo = 4,4558, Aut Uso Tecnología previo = 4,4821

Esta interacción no tuvo efecto sobre las demás variables dependientes: *logro final* ( $F(1, 132) = 0,024$ ,  $p = 0,88$  y  $\eta^2 = 0,00$ ), *autoeficacia académica final* ( $F(1, 132) = 0,22$ ,  $p = 0,64$  y  $\eta^2 = 0,002$ ), *autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales* en las subescalas: *gestión del tiempo* ( $F(1, 132) = 1,23$ ,  $p = 0,26$  y  $\eta^2 = 0,01$ ) y *uso de tecnologías* ( $F(1, 132) = 0,048$ ,  $p = 0,83$  y  $\eta^2 = 0,00$ ) y en *cargas cognitivas intrínseca* ( $F(1, 132) = 0,32$ ,  $p = 0,58$  y  $\eta^2 = 0,002$ ), *extrínseca* ( $F(1, 132) = 0,47$ ,  $p = 0,49$  y  $\eta^2 = 0,004$ ) y *germánica* ( $F(1, 132) = 0,32$ ,  $p = 0,58$  y  $\eta^2 = 0,002$ ).

**Interacción: Activadores motivacionales \* estilo cognitivo.**

La interacción entre las variables independientes *Activadores motivacionales* y *estilo cognitivo* no tuvo efectos estadísticamente significativos sobre las variables dependientes del presente estudio: *logro de aprendizaje* (  $F(1, 132) = 0,02$   $p= 0,16$  y  $\eta^2=0,02$ ), *autoeficacia académica* (  $F(1, 132) = 3,41$ ,  $p= 0,07$  y  $\eta^2=0,03$ ), *autoeficacia para aprendizaje en ambientes en línea*, subescalas. *aprendizaje* (  $F(1, 132) = 0,75$ ,  $p= 0,39$  y  $\eta^2=0,006$ ), *gestión del tiempo* (  $F(1, 132) = 0,041$ ,  $p= 0,84$  y  $\eta^2=0,00$ ) y *uso de las tecnologías* (  $F(1, 132) = 0,069$ ,  $p= 0,79$  y  $\eta^2=0,001$ ), al igual que en las *cargas cognitivas* *Intrínseca* (  $F(1, 132) = 1,88$ ,  $p= 0,17$  y  $\eta^2=0,014$ ), *extrínseca* (  $F(1, 132) = 0,045$ ,  $p= 0,83$  y  $\eta^2=0,000$ ) y *germánica* (  $F(1, 132) = 0,021$ ,  $p= 0,89$  y  $\eta^2=0,000$ ).

**Interacción: Tipo de andamiaje \* Activadores motivacionales \* Estilo cognitivo.**

La interacción de las tres variables independientes: *Tipo de andamiaje*, *Activadores motivacionales* y *estilo cognitivo* solo tuvo efecto significativo sobre la *autoeficacia para el aprendizaje en línea* en la subescala *aprendizaje* (  $F(1, 132) = 7,18$ ,  $p= 0,008$  y  $\eta^2=0,052$ ).

La tabla 33 muestra los resultados de la prueba de Bonferroni, para esta variable dependiente con relación a la interacción en referencia, en ella se puede apreciar que los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables puntuaron más alto, dentro de este grupo, los sujetos con tendencia a la independencia de campo, que interactuaron con un andamiaje con desvanecimiento a voluntad del estudiante y activadores motivacionales variables ( $M=5,54$ ) obtuvieron el promedio más alto seguidos de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos ( $M=5,24$ ).

**Tabla 33**

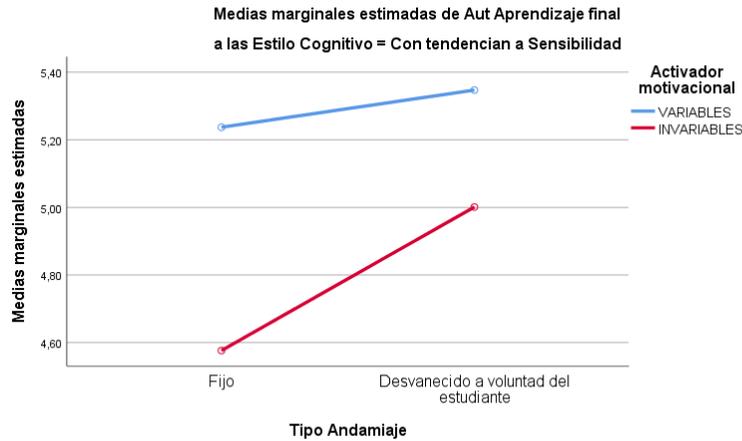
*Test de Bonferroni. Comparación por parejas. Efecto de la interacción: Tipo de andamiaje\* Activador motivacional\*Estilo cognitivo sobre la variable dependiente Autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales, subescala aprendizaje.*

Tipo Andamiaje	de	Estilo cognitivo	(I) Activador motivacional	(J) Activador motivacional	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	Media
Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	a	Variables	Invariables	<b>,661*</b>	0,28	0,02	<b>5,24</b>
			Invariables	Variables	<b>-,661*</b>	0,28	0,02	4,58
	Con tendencia a Independientes	a	Variables	Invariables	0,17	0,24	0,49	5,42
			Invariables	Variables	-0,17	0,24	0,49	5,25
Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	a	Variables	Invariables	0,35	0,28	0,21	5,35
			Invariables	Variables	-0,35	0,28	0,21	5,00
	Con tendencia a Independientes	a	Variables	Invariables	<b>1,323*</b>	0,33	0,00	<b>5,54</b>
			Invariables	Variables	<b>-1,323*</b>	0,33	0,00	4,22

De igual manera la figura 29 permite apreciar las gráficas de los promedios de las condiciones descritas en el párrafo anterior

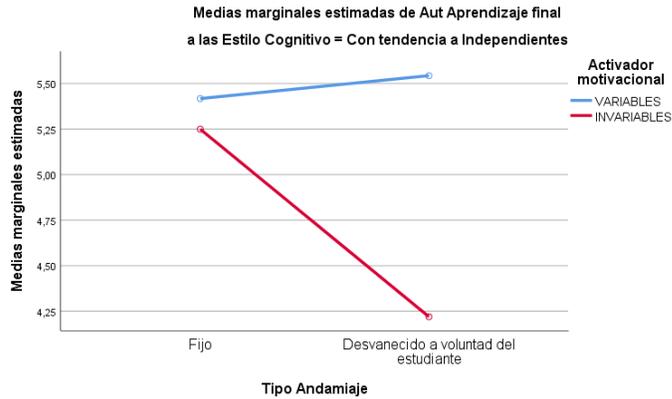
**Figura 29**

*Efecto de la interacción entre las variables Tipo de andamiaje \* Activador motivacional \*Estilo cognitivo sobre autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje.*



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 3,1451, Autoeficacia académica = 4,9267, Aut Aprendizaje previo = 4,6208, Aut Gestión Tiempo previo = 4,4558, Aut Uso Tecnología previo = 4,4821

(a) Autoeficacia para el aprendizaje, subescala aprendizaje. Estilo cognitivo: con tendencia a la sensibilidad al medio.



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 3,1451, Autoeficacia académica = 4,9267, Aut Aprendizaje previo = 4,6208, Aut Gestión Tiempo previo = 4,4558, Aut Uso Tecnología previo = 4,4821

(b) Autoeficacia para el aprendizaje, subescala aprendizaje. Estilo cognitivo: co tendencia a la independencia de campo.

Las demás variables dependientes no mostraron diferencias significativas: *logro final* (  $F(1, 132) = 0,015$ ,  $p = 0,077$  y  $\eta^2 = 0,001$ ), *autoeficacia académica* (  $F(1, 132) = 0,002$ ,  $p = 0,87$  y  $\eta^2 = 0,00$ ), *autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales*, subescalas de *gestión del tiempo* (  $F(1, 132) = 1,31$ ,  $p = 0,25$  y  $\eta^2 = 0,01$ ) y *uso de tecnologías* (  $F(1, 132) = 3,33$   $p = 0,07$  y  $\eta^2 = 0,025$ ), de igual manera ocurrió con las *cargas cognitivas intrínseca* (  $F(1, 132) = 0,38$ ,  $p = 0,53$  y  $\eta^2 = 0,003$ ), *extrínseca* (  $F(1, 132) = 0,032$ ,  $p = 0,86$  y  $\eta^2 = 0,00$ ) y *germánica* (  $F(1, 132) = 1,10$ ,  $p = 0,23$  y  $\eta^2 = 0,008$ ).

### **Análisis de Anova Mixto de Medidas Repetidas Logro Académico**

El análisis de Anova mixto de medias repetidas es una técnica de estadística multivariada, cuyo objetivo es revisar el comportamiento de los grupos en con relación a las variables en este caso, logro académico y las cargas cognitivas en sus tres subescalas, intrínseca, extrínseca y germánica, la idea de realizar un análisis de medias repetidas tiene como objetivo tratar de comprender la evolución de las variables en estudio a lo largo del tiempo con el fin de identificar patrones y tendencias del comportamiento como un proceso o como hechos aislados de tal manera que brinde mayor consistencia a los resultados finales del estudio.

#### **Logro académico**

Estadísticos descriptivos

##### *Evaluación 1*

La tabla 34 permite observar los estadísticos descriptivos que describen el comportamiento de los grupos con relación a la evaluación 1, como se puede observar, la media más alta fue obtenida por el grupo de estudiantes con tendencia a la

independencia de campo que interactuó andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables (M=6,50) con una desviación estándar DE=1,40.

De otro lado, los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con el mismo tipo de andamiajes, pero con activadores motivacionales invariables, obtuvieron la media más baja (M=4,0) con una desviación estándar de 2,05.

**Tabla 34**

*Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 1*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación
Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	4,45	1,74
		Con tendencia a la Independencia de campos	26	4,85	2,81
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	4,64	2,65
		Con tendencia a la Independencia de campos	22	5,09	2,04
	Total			84	4,77
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	5,87	1,30
		Con tendencia a la Independencia de campos	14	<b>6,50</b>	<b>1,40</b>
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>4,00</b>	<b>2,05</b>
		Con tendencia a la Independencia de campos	11	5,50	2,68
	Total			61	5,30
Total	Con tendencia a la sensibilidad al medio		72	<b>4,65</b>	<b>2,04</b>
	Con tendencia a la Independencia de campos		73	<b>5,33</b>	<b>2,38</b>
	Total			145	<b>4,99</b>

La misma tabla permite observar que los estudiantes con tenencia a la independencia de campo puntuaron más alto en esta evaluación (M=5,33) con una desviación estándar de DE=2,38, que sus compañeros sensibles al medio (M=4,65) con desviación estándar de DE=2,04.

De igual manera la tabla muestra que la media alcanzada por el grupo en general fue de M=4,99 con una desviación estándar de DE=2,23.

#### *Evaluación 2.*

Con relación a la evaluación 2, los resultados permiten observar (Tabla 35) que nuevamente el grupo compuesto por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje desvanecidos a voluntad del estudiante y activadores motivacionales variables, obtuvieron el mayor promedio en evaluación (M=7,64) con una desviación estándar de DE= 1,28.

Por su parte los estudiantes con tendencia a la sensibilidad el medio que interactuaron con andamiajes fijo y activadores invariables obtuvieron la media más baja (M=5,57) con una desviación estándar de DE=2,41.

**Tabla 35**

*Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 2*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación
Fijo	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	22	6,09	2,04
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	6,46	2,04
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	14	<b>5,57</b>	<b>2,41</b>

		Con tendencia a la Independencia de campo	22	6,55	2,11	
		<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>6,24</b>	<b>2,11</b>	
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	15	7,00	1,56	
		Con tendencia a la Independencia de campo	14	<b>7,64</b>	<b>1,28</b>	
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	21	6,33	1,93	
		Con tendencia a Independientes	11	7,00	1,76	
			<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>6,92</b>	<b>1,71</b>
	Total		Con tendencia a la Sensibilidad al medio	72	<b>6,25</b>	<b>2,01</b>
		Con tendencia a Independientes	72	<b>6,79</b>	<b>1,92</b>	
		<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>6,52</b>	<b>1,98</b>	

En cuanto a los resultados generales de acuerdo con el estilo cognitivo, los resultados muestran que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo puntuaron más alto ( $M=6,79$ ;  $DE=1,92$ ) que sus compañeros con tendencia a la sensibilidad al medio ( $M=6,25$ ;  $DE=2,01$ ), en términos generales, se obtuvo una media de  $M=6,52$  con una desviación estándar  $DE=1,98$ .

### *Evaluación 3*

En la evaluación 3, una vez más los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante y con activadores motivacionales variables, obtuvieron la media más alta ( $M=8,86$  con una  $DE=1,03$ ), por su parte los estudiantes con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio obtuvieron la media más baja ( $M=6,43$ ) con una desviación estándar de 1,83.

**Tabla 36**

*Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 3*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación
----------------	------------------------	------------------	---	-------	------------------

Fijo	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,05	2,57
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	7,81	1,72
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	<b>6,43</b>	<b>1,83</b>
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	6,91	1,95
	Total		84	6,88	2,13
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	7,00	1,93
		Con tendencia a la Independencia de campo	14	<b>8,86</b>	<b>1,03</b>
	Invariables	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	6,52	2,11
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	7,40	2,41
	Total		61	7,33	2,08
Total	Con tendencia a la Sensibilidad al medio		72	<b>6,46</b>	<b>2,16</b>
	Con tendencia a la Independencia de campo		73	<b>7,68</b>	<b>1,89</b>
	Total		145	<b>7,07</b>	<b>2,11</b>

Siguiendo al patrón marcado por las evaluaciones anteriores los estudiantes con tendencia a la independencia de campo registraron una media más alta ( $M=7,68$ ) con una desviación estándar de  $DE=1,89$  que sus compañeros con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio ( $M=6,46$ ) y una desviación estándar  $DE=2,16$  (Tabla 36), la misma tabla muestra que el promedio general de los 144 sujetos es de  $M=7.07$  con una desviación estándar de  $DE=2,11$ .

#### *Evaluación 4.*

Los resultados registrados en la tabla 37 correspondientes a la evaluación 4 muestran que nuevamente los estudiantes con estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables, volvieron a ubicarse como el grupo que obtuvo la media más alta ( $M=9,14$ ;  $DE=1,17$ ), la media más baja ( $M=7,90$ ;  $DE=1,60$ ) fue obtenida en esta ocasión por los sujetos con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje desvanecido a voluntad y activadores motivacionales invariantes.

**Tabla 37***Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 4*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación	
Fijo	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	22	8,27	1,75	
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	8,81	1,36	
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	14	8,36	1,78	
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	8,73	0,94	
			<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>8,57</b>	<b>1,45</b>
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	15	8,33	1,63
Con tendencia a la Independencia de campo			14	<b>9,14</b>	<b>1,17</b>	
Invariables		Con tendencia a la Sensibilidad al medio	21	8,95	1,20	
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	<b>7,90</b>	<b>1,60</b>	
		<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>8,67</b>	<b>1,42</b>	
Total						
			72	<b>8,50</b>	<b>1,58</b>	
			73	<b>8,72</b>	<b>1,27</b>	
		<b>Total</b>	<b>145</b>	<b>8,61</b>	<b>1,43</b>	

En la misma tabla, también es posible observar que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo siguen puntuando más alto ( $M=8,72$ ;  $DE=1,27$ ) que sus compañeros sensibles al medio ( $M=8,50$ ,  $DE=1,58$ ), sin embargo, la diferencia de los promedio con relación a esta variable, durante esta evaluación, entre los estudiantes con diferentes estilos se hizo más estrecha, ya se observará en la discusión si es o no significativa.

Finalmente, el promedio de la población total para esta evaluación fue de  $M=8,61$ , con una desviación estándar de  $DE=1,43$ .

### Evaluación 5

La tabla 38 permite observar los estadísticos descriptivos obtenidos en la evaluación 5, en esta unidad nuevamente los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad del estudiante y activadores motivacionales variables, se ubicaron como el grupo con el promedio más alto (M= 9,29; DE= 0,73) con relación a los demás grupos, en especial con los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con el mismo tipo de andamiajes pero activadores motivacionales invariables (M=7.90; DE= 1,79).

**Tabla 38**

*Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 5*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación
Fijo	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	22	8,36	1,79
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	8,58	1,36
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	14	8,43	1,65
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	7,98	2,23
	Total		84	8,34	1,76
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	15	8,80	0,94
		Con tendencia a la Independencia de campo	14	<b>9,29</b>	<b>0,73</b>
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	21	8,81	0,87
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	<b>7,90</b>	<b>1,79</b>
	Total		61	8,77	1,13
Total	Con tendencia a la Sensibilidad al medio		<b>72</b>	<b>8,60</b>	<b>1,37</b>
	Con tendencia a la Independencia de campo		<b>73</b>	<b>8,44</b>	<b>1,70</b>
	Total		<b>145</b>	<b>8,52</b>	<b>1,54</b>

Con relación a los resultados generales revisados dese el estilo cognitivo, la misma tabla permite observar que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio superaron ( $M=8,66$ ;  $DE= 1,37$ ) a sus compañeros con tendencia a la independencia de campo ( $M=8,44$ ;  $DE= 1,70$ ), resulta interesante este resultado, por cuanto ya se venía observando una disminución en la diferencia de las medias y en esta evaluación los estudiantes con tendencia a la sensibilidad la medio superaron la diferencia y la lograron remontar.

Finalmente, la parte inferior de la tabla muestra que el promedio general de toda la población es de 8,53 y que se obtuvo una desviación estándar  $DE=1,54$ .

#### *Evaluación 6.*

Los resultados de la unidad 6 se encuentran registrados en la tabla 39, en ella se puede apreciar que el mismo grupo, estudiantes con estilo cognitivo con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante y activadores motivacionales variables, sigue obteniendo al promedio más alto ( $M=9,29$ ;  $DE= 0,83$ ). Por su parte en esta ocasión los estudiantes con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales variables obtuvieron la media más baja ( $M=8,27$  y  $DE= 1,08$ ) con relación a los demás grupos participantes.

**Tabla 39***Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 6*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación	
Fijo	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	22	<b>8,27</b>	<b>1,08</b>	
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	9,19	0,98	
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	14	8,50	1,51	
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	9,02	0,82	
			<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>8,79</b>	<b>1,12</b>
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	15	8,87	1,25
Con tendencia a la Independencia de campo			14	<b>9,29</b>	<b>0,83</b>	
Invariables		Con tendencia a la Sensibilidad al medio	21	8,76	1,18	
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	9,10	1,29	
		<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>8,97</b>	<b>1,13</b>	
Total				72	8,58	1,23
			71	9,15	0,94	
			<b>145</b>	<b>8,86</b>	<b>1,13</b>	

Con relación al estilo cognitivo, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo puntuaron más alto ( $M=9,15$ ;  $DE= 0,94$ ) en comparación con sus compañeros sensibles al medio ( $M=8,54$  y  $DE=1,23$ ). El promedio general de los 144 participantes fue de  $M=8,86$ , con una desviación estándar  $DE=1,13$ .

*Evaluación 7*

Con relación a los resultados obtenidos en la evaluación 7, la tabla 40 muestra que en esta última evaluación los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que

interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales variables obtuvieron el mayor promedio (M=8,46 y DE=1,10), por su parte los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con el mismo tipo de andamiaje y el mismo tipo de activadores obtuvieron la media más baja (M=7,58 y DE=1,27).

**Tabla 40**

*Estadísticos descriptivos obtenidos en la Evaluación 7*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	Media	Desv. Desviación	
Fijo	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	22	<b>7,58</b>	<b>1,27</b>	
		Con tendencia a la Independencia de campo	26	<b>8,46</b>	<b>1,10</b>	
	Invariables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	14	8,21	0,70	
		Con tendencia a la Independencia de campo	22	8,39	0,82	
			<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>8,17</b>	<b>1,07</b>
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a la Sensibilidad al medio	15	8,07	1,22
Con tendencia a la Independencia de campo			14	8,20	1,19	
Invariables		Con tendencia a la Sensibilidad al medio	21	7,96	0,98	
		Con tendencia a la Independencia de campo	11	8,10	1,73	
		<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>8,07</b>	<b>1,21</b>	
Total			Con tendencia a la Sensibilidad al medio	72	7,91	1,09
	Con tendencia a la Independencia de campo		73	8,34	1,13	
			<b>Total</b>	<b>145</b>	<b>8,13</b>	<b>1,13</b>

Observando el estilo cognitivo los estudiantes con tendencia a la independencia de campo puntuaron más alto (M=8,43; DE=1,13) en comparación con los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio (M=7,91 y DE=1,09). El promedio general de la población fue de M=8,13 con una DE=1,13.

#### Anova Mixto de medias repetidas

Con el objetivo de verificar las variables en las que se registran diferencias significativas se aplicó la prueba M de Box, pero se obtuvo un valor menor al 5% por tanto se toma el estadístico de la Traza de Pillai (tabla 41). Como puede observarse solamente se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el logro académico.

**Tabla 41**

#### *Traza de Pillai*

Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Logro	Traza de Pillai	0,19	4,988 <sup>b</sup>	6,00	130,00	<b>0,00</b>	0,19
Logro * tipo de andamiaje	Traza de Pillai	0,08	1,892 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,09	0,08
Logro * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,05	1,115 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,36	0,05
Logro * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,08	1,804 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,10	0,08
Logro * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,03	,752 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,61	0,03
Logro * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,03	,563 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,76	0,03
Logro * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,07	1,590 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,15	0,07
Logro * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,04	,878 <sup>b</sup>	6,00	130,00	0,51	0,04

a. Diseño : Intersección + logro previo + tipo de andamiaje + activadores motivacionales+ estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales+ tipo de andamiaje \* estilo cognitivo+ activadores motivacionales\* estilo

cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales\* estilo cognitivo  
 Diseño intra-sujetos: Logro  
 b. Estadístico exacto

*Prueba de esfericidad de Mauchly*

De acuerdo con los datos registrados en la tabla 42 no se cumplió el supuesto de la prueba de esfericidad de Mauchly dado que el valor de significancia obtenido fue de 0,00 (< 0,05) en consecuencia, para los análisis correspondientes a las medias repetidas se tomará en cuenta el estadístico de Greenhouse-Geisser (0,809).

**Tabla 42**

*Resultados de prueba de esfericidad de Mauchly*

Efecto intra- sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi- cuadrado	Gl	Sig.	Medida:		
					Greenhouse- Geisser	Épsilon <sup>b</sup> Huynh- Feldt	Límite inferior
Logro	0,460	103,134	20	<b>0,000</b>	<b>0,809</b>	0,893	0,167

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + logro previo + tipo de andamiaje + activadores motivacionales+ estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales+ tipo de andamiaje \* estilo cognitivo+ activadores motivacionales\* estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales\* estilo cognitivo

Diseño intra-sujetos: Logro

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

*Prueba intra sujetos*

Como puede observarse en la tabla 43 la prueba de Greenhouse-Geisser solo arrojó diferencia significativa en el logro (<0,001) y en la interacción del logro por el logro

previo (0,02), dado que obtuvieron valores de significancia por debajo de 0,05. La misma tabla permite apreciar que las demás interacciones no registraron diferencias significativas.

**Tabla 43**  
*Prueba intra-sujetos*

Medida:

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Logro	Greenhouse-Geisser	99,26	4,86	20,44	7,38	<b>0,00</b>	0,05
Logro * tipo de andamiaje	Greenhouse-Geisser	27,35	4,86	5,63	2,03	0,07	0,01
Logro * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	15,37	4,86	3,17	1,14	0,34	0,01
Logro * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	19,97	4,86	4,11	1,49	0,19	0,01
Logro * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	14,74	4,86	3,04	1,10	0,36	0,01
Logro * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	10,81	4,86	2,23	0,80	0,54	0,01
Logro * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	21,60	4,86	4,45	1,61	0,16	0,01
Logro * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	10,27	4,86	2,12	0,76	0,57	0,01
Error(logro)	Greenhouse-Geisser	1.814,66	655,48	2,77			

Con el objetivo de validar entre cuáles evaluaciones se registra diferencia estadísticamente significativa, se verifica la prueba de contraste inter sujetos (tabla 44) encontrando que solo se halló diferencia significativa entre la prueba 1 y 2 ( $p=0,02$ ) en el

logro de aprendizaje, en las demás relaciones entre pruebas consecutivas no hubo diferencia significativa, sin embargo, si se puede apreciar un crecimiento constante en esta variable.

**Tabla 44**

*Prueba de contraste inter sujetos logro y logro\*Logro previo*

Origen	Logro	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Logro	Evaluación 1 versus Evaluación 2	33,49	1,00	33,49	5,33	<b>0,02</b>	0,04
	Evaluación 2 versus Evaluación 3	4,38	1,00	4,38	1,15	0,29	0,01
	Evaluación 3 versus Evaluación 4	11,21	1,00	11,21	2,41	0,12	0,02
	Evaluación 4 versus Evaluación 5	7,11	1,00	7,11	1,87	0,17	0,01
	Evaluación 5 versus Evaluación 6	0,95	1,00	0,95	0,29	0,59	0,00
	Evaluación 6 versus Evaluación 7	0,20	1,00	0,20	0,11	0,74	0,00

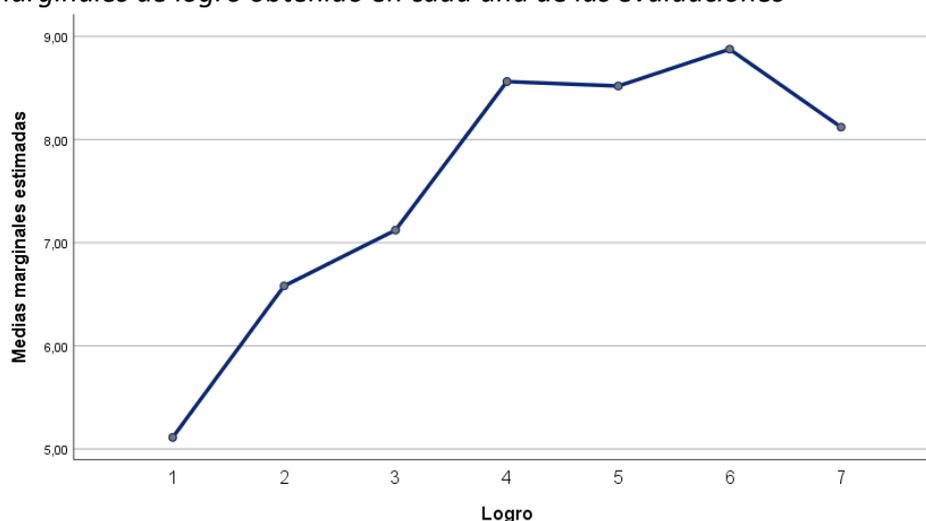
En efecto la figura 30 muestra el comportamiento del grupo en general con relación a las siete evaluaciones, como puede apreciarse es posible que los bajos resultados que se obtuvieron en la evaluación 1 puedan derivarse de la falta de acomodación al ambiente computacional y al mismo dominio del conocimiento, en este sentido la misma figura permite observar que posiblemente al transcurrir el proceso, al tener la oportunidad de interactuar más con la plataforma, conocer la mecánica de trabajo y al familiarizarse con el dominio del conocimiento el logro mejoró significativamente especialmente entre la primera y la segunda evaluación.

En lo consecutivo del proceso, la misma figura muestra que hubo una mejoría aunque no estadísticamente significativa entre evaluación y evaluación consecutiva

manteniendo una tendencia positiva con forme avanzó el proceso en los cuatro grupos intervenidos.

**Figura 30**

*Medias marginales de logro obtenido en cada una de las evaluaciones*



Al respecto, podría decirse que al alrededor de la unidad cuatro el proceso tendió a estabilizarse y los resultados obtenidos fueron mucho más cercanos que los de las primeras unidades, en la unidad siete cayó un poco el promedio, sin embargo no es estadísticamente significativo, estos resultados indican que el proceso de aprendizaje de los cuatro grupos no presentó mayores complicaciones con cambios extremos entre unidades, para los estudiantes y muestra una mejoría paulatina a través del tiempo.

### ***Carga cognitiva***

Estadísticos descriptivos

#### *Cargas cognitivas en la unidad 1*

La tabla 45 permite observar los resultados estadísticos de las cargas cognitivas durante la unidad 1. Con relación a la carga cognitiva intrínseca, se puede observar que los

estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más alta ( $M=7,41$ ;  $DE=1,74$ ), de igual manera los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes desvanecidos a voluntad del estudiante y activadores motivacionales variables obtuvieron la media más baja ( $M=6,12$  y  $DE=1,21$ ).

En lo referente a la carga cognitiva extrínseca, la misma tabla indica que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables reportaron mayor nivel en la carga cognitiva extrínseca ( $M=6,04$ ,  $DE=0,43$ ), la media más baja fue obtenida por los participantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiaje desvanecido a voluntad y activadores motivacionales invariables ( $M=3,95$ ;  $DE=2,98$ ).

En cuanto a la carga germánica los resultados reportaron que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables reportaron la media más alta ( $M=8,18$ ;  $DE=1,07$ ) y los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables mostraron la media más baja ( $M=6,54$  y  $DE=1,41$ ).

Los resultados también indicaron que el promedio general más alto correspondió a la carga cognitiva germánica ( $7,35$ ;  $DE=1,45$ ) y que la carga cognitiva más baja se localizó en la carga cognitiva extrínseca ( $M=4,91$ ;  $DE=2,19$ ).

**Tabla 45***Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 1*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica		
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv	
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,96	1,97	5,06	2,77	7,40	2,03	
		Con tendencia a la independencia de campo	26	6,85	1,45	4,61	1,73	7,67	1,41	
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	<b>7,41</b>	<b>1,74</b>	5,79	2,52	<b>6,54</b>	<b>1,41</b>	
		Con tendencia a la independencia de campo	22	7,07	1,34	4,88	1,66	7,19	1,33	
	Total			84	7,04	1,62	5,02	2,20	7,26	1,60
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	<b>6,11</b>	<b>1,25</b>	<b>6,04</b>	<b>0,43</b>	6,97	1,23
			Con tendencia a la independencia de campo	14	6,73	1,55	4,79	2,19	<b>8,18</b>	<b>1,07</b>
		Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	6,57	1,96	4,25	2,51	7,42	1,15
Con tendencia a la independencia de campo			11	5,68	1,74	<b>3,95</b>	<b>2,48</b>	7,26	1,21	
Total			61	6,33	1,67	4,77	2,18	7,46	1,21	
Total		Con tendencia a la sensibilidad al medio		72	6,76	1,81	5,19	2,39	7,14	1,54
		Con tendencia a la independencia de campo		73	6,70	1,53	4,62	1,92	7,57	1,32
		Total			145	6,73	1,67	4,91	2,19	7,35

*Cargas cognitivas en la unidad 2*

La tabla 46 muestra que la carga cognitiva intrínseca durante la unidad 2, la media más alta (M=6,75 y DE=1,55) fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos y mensajes invariables, la media más baja (M=6,35 y DE=1,78) obtenida en esta carga durante esta unidad fue reportada por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiajes fijo y activadores motivacionales variables.

De otro lado, los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiaje fijo y mensajes invariables fueron quienes obtuvieron la media más alta en la carga extrínseca (M=4,32 y DE=2,21), por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiaje fijo y activadores motivaciones invariables reportaron la media más baja (M=3,43 y DE=1,75).

Con relación a la carga germánica la media más alta (M=8,51, DE=1.35) fue registrada por el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables y la más baja (M=6,77 y DE=1,33) fue obtenida por el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo con activadores motivacionales invariables, que interactuaron con andamiajes fijos.

Comparando las cargas cognitivas en general durante la unidad 2 la media más alta fue obtenida en la Carga cognitiva germánica (M=7,38 y DE=1,35) y la más baja fue la Carga cognitiva extrínseca (M=3,91 y DE= 1,20).

**Tabla 46**

*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 2*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica	
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,36	1,35	4,23	1,85	7,41	1,50
		Con tendencia a la independencia de campo	26	<b>6,35</b>	<b>1,78</b>	3,95	2,20	7,59	1,50
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	<b>6,75</b>	<b>1,55</b>	<b>4,32</b>	<b>2,21</b>	7,03	1,06

		Con tendencia a la independencia de campo	22	6,44	1,94	<b>3,43</b>	<b>1,75</b>	6,90	1,49
	<b>Total</b>		<b>84</b>	<b>6,45</b>	<b>1,65</b>	<b>3,97</b>	<b>1,99</b>	<b>7,26</b>	<b>1,42</b>
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,41	1,44	3,75	1,53	7,34	0,97
		Con tendencia a la independencia de campo	14	6,46	1,42	4,40	1,59	<b>8,38</b>	<b>0,90</b>
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	6,61	1,83	4,30	1,69	7,20	1,33
		Con tendencia a la independencia de campo	11	6,40	1,60	3,55	2,00	7,27	1,38
	<b>Total</b>		<b>61</b>	<b>6,49</b>	<b>1,57</b>	<b>4,06</b>	<b>1,68</b>	<b>7,52</b>	<b>1,23</b>
	Total		Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,52	1,53	4,17	1,80	7,25
		Con tendencia a la independencia de campo	73	6,41	1,69	3,83	1,91	7,50	1,44
<b>Total</b>			<b>145</b>	<b>6,47</b>	<b>1,61</b>	<b>4,01</b>	<b>1,86</b>	<b>7,38</b>	<b>1,35</b>

### *Cargas cognitivas en la unidad 3*

La tabla 47 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos durante la unidad 3 en lo referente a las cargas cognitivas, así la tabla muestra que la media más alta ( $M=6,86$  y  $DE=1,39$ ) en la carga cognitiva intrínseca fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiajes con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales invariables, por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiaje con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables fueron quienes puntuaron más baja ( $M=5,48$  y  $DE=1,73$ ).

La misma tabla permite apreciar que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes desvanecido a voluntad y mensajes variables puntuaron más alto en la carga extrínseca ( $M=4,94$  y  $DE=1,22$ ), en la misma carga el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que

interactuaron con andamiaje desvanecido a voluntad y con activadores motivacionales invariables, fueron quienes puntuaron más bajo (M=3,25 y DE= 0,85).

Con relación a la carga cognitiva germánica, los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiajes con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables obtuvieron el mayor promedio (M=8,51 y DE= 1,35), el promedio más bajo (M=6,77 y DE= 1,31) fue obtenido por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que trabajaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables.

Comparando las tres cargas cognitivas, la misma tabla permite observar que el promedio más alto se ubicó en la carga cognitiva germánica (M=7,38, De=1,41) y las más baja en la carga cognitiva extrínseca (M=3,94 y DE= 1,20).

**Tabla 47**

*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 3*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica	
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,79	1,49	4,18	1,45	7,02	1,69
		Con tendencia a la independencia de campo	26	5,85	2,25	3,32	1,17	7,56	1,61
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	6,61	1,49	3,44	1,16	6,85	1,21
		Con tendencia a la independencia de campo	22	5,82	2,06	3,60	1,03	<b>6,77</b>	<b>1,31</b>
<b>Total</b>			<b>84</b>	<b>6,24</b>	<b>1,90</b>	<b>3,65</b>	<b>1,19</b>	<b>7,08</b>	<b>1,50</b>
Desvanecido a voluntad del	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,54	1,27	4,38	1,02	7,99	0,85

estudiante		Con tendencia a la independencia de campo	14	6,54	1,54	<b>4,94</b>	<b>1,22</b>	<b>8,51</b>	<b>1,35</b>
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>6,86</b>	<b>1,39</b>	4,41	1,37	7,54	0,74
		Con tendencia a la independencia de campo	11	<b>5,48</b>	<b>1,73</b>	<b>3,25</b>	<b>0,85</b>	6,97	1,49
	<b>Total</b>			61	6,46	1,50	4,32	1,18	7,77
Total		Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,72	1,39	4,13	1,26	7,33	1,26
		Con tendencia a la independencia de campo	73	5,92	1,97	3,73	1,14	7,43	1,56
	<b>Total</b>			145	6,33	1,73	3,94	1,20	7,38

#### *Cargas cognitivas en la unidad 4*

La tabla 48 permite apreciar los estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas durante la unidad 4, en ella se puede observar que la media más alta en la carga intrínseca ( $M=6,77$  y  $DE=1,20$ ) fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio, que interactuaron con andamiajes desvanecidos a voluntad y activadores motivacionales variables, por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables reportaron la media más baja en este aspecto ( $M=4,54$  y  $DE=2,63$ ).

Con relación a la carga cognitiva extrínseca la media más alta ( $M=4,59$  y  $DE=1,09$ ) fue reportada en el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables, en cuanto a la más baja ( $M=3,01$  y  $DE=1,20$ ) fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la independencia de campo medio que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables.

El grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuó con andamiajes por desvanecimiento a voluntad y mensajes variables obtuvo la media más alta (M=8,04 y DE=1.01) en la carga cognitiva germánica, en la misma carga puntuaron más bajo (M=6,36 y DE=1,52) los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables.

En términos generales la carga germánica volvió a ser la de mayor puntuación (M=7,56 y DE= 1,42) y la carga intrínseca la de menor valor (M=3,71 y DE=1,11).

**Tabla 48**

*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 4*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica	
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,06	1,99	4,21	0,99	7,46	1,32
		Con tendencia a la independencia de campo	26	5,23	2,36	3,69	1,08	7,75	1,43
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	5,50	1,75	3,07	0,71	<b>6,36</b>	<b>1,52</b>
		Con tendencia a la independencia de campo	22	<b>4,54</b>	<b>2,63</b>	<b>3,01</b>	<b>1,20</b>	7,59	1,33
	<b>Total</b>		84	5,34	2,26	3,55	1,04	7,36	1,46
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	<b>6,77</b>	<b>1,20</b>	<b>4,59</b>	<b>1,09</b>	7,81	1,62
		Con tendencia a la independencia de campo	14	4,83	2,25	3,21	1,05	<b>8,40</b>	<b>1,01</b>
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	6,09	2,00	4,12	1,46	7,55	1,10
		Con tendencia a la independencia de campo	11	5,53	2,09	3,55	1,00	7,50	1,61
	<b>Total</b>		61	5,87	1,99	3,92	1,20	7,80	1,34
Total		Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,10	1,81	4,03	1,12	7,33	1,44

	Con tendencia a la independencia de campo	73	4,99	2,35	3,37	1,07	7,80	1,36
Total		145	5,57	2,15	3,71	1,11	7,56	1,42

### *Cargas cognitivas en la unidad 5*

El comportamiento de las cargas cognitivas durante la unidad 5 puede observarse en la tabla 49. En ella se observa que el grupo con tenencia a la sensibilidad al medio que interactuó con andamiaje por desvanecimiento y mensajes invariables obtuvo el mayor promedio ( $M=6,45$  y  $DE=1,91$ ) en la carga cognitiva intrínseca, por su parte, el grupo compuesto por los participantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiaje con desvanecimiento a voluntad y mensajes invariables puntuaron más bajo en esta carga ( $M=4,83$  y  $DE=1,74$ ).

Con relación a la carga cognitiva extrínseca la media más alta ( $M=4,11$  y  $DE= 1,95$ ) fue obtenida por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad la medio que interactuaron con andamiajes a voluntad del estudiante y mensajes invariables, por su parte los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiajes fijos y mensajes invariables fueron quienes obtuvieron el promedio más bajo ( $M=2,29$  y  $DE= 1,22$ ).

La misma tabla permite apreciar el comportamiento de la carga germánica durante esta unidad, al respecto, se puede apreciar que la media más alta ( $M=8,73$ ;  $DE= 1,32$ ) fue

reportada por el grupo de estudiantes con tendencia a la independencia de campo, que interactuaron con andamiaje por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables, por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje desvanecido y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más baja (M=7,08; DE=1,69).

En términos generales la carga germánica fue la que más alto puntúo (M=8,16 y DE=1,27) durante la unidad 5 y la carga cognitiva extrínseca fue en la que se obtuvo la media más baja (M=3,14 y DE= 1,72)

**Tabla 49**

*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 5*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica		
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv	
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,90	2,28	3,43	1,79	8,07	1,10	
		Con tendencia a la independencia de campo	26	4,87	1,77	3,10	2,01	7,43	1,60	
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	5,66	2,02	<b>2,29</b>	<b>1,22</b>	6,72	1,22	
		Con tendencia a la independencia de campo	22	5,32	2,20	2,39	1,20	<b>7,08</b>	<b>1,69</b>	
	<b>Total</b>			<b>84</b>	<b>5,41</b>	<b>2,07</b>	<b>2,86</b>	<b>1,67</b>	<b>7,38</b>	<b>1,49</b>
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,43	1,39	3,20	1,17	8,08	1,33
Con tendencia a la independencia de campo			14	5,65	1,92	3,23	1,36	8,42	0,67	
Invariable		Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>6,45</b>	<b>1,91</b>	<b>4,11</b>	<b>1,95</b>	7,25	0,86	

	Con tendencia a la independencia de campo	11	<b>4,83</b>	<b>1,74</b>	3,10	2,23	<b>8,73</b>	<b>1,32</b>
	Total	61	5,97	1,83	3,50	1,73	8,12	1,05
Total	Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,12	1,95	3,33	1,71	7,56	1,23
	Con tendencia a la independencia de campo	73	5,16	1,91	2,92	1,71	8,81	1,32
	Total	145	5,65	1,98	3,14	1,72	8,16	1,27

#### *Cargas cognitivas en la unidad 6*

La tabla 50 muestra el comportamiento de las cargas cognitivas durante la unidad 6, con relación a la carga cognitiva intrínseca, la media mayor ( $M=6,87$  y  $DE=1,71$ ) fue obtenida por el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables, por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables ( $M=4,07$  y  $DE=1,87$ ).

En cuanto a la carga cognitiva extrínseca el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales variable obtuvieron la media más alta ( $M=3,67$  y  $DE=2,14$ ), por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes fijos y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más baja ( $M=2,44$  y  $DE=1,15$ ).

La misma tabla, permite apreciar que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables registraron la media más alta (M=8,83 y DE=1,57), por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más baja (M=7,49 y DE=1,26).

En general, la carga cognitiva germánica puntúo más alta (M=8,25 y DE=1,16), por el contrario, la carga cognitiva extrínseca obtuvo la media más baja (M=3,20 y DE=1,93).

**Tabla 50**

*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 6*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica	
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	5,96	2,33	<b>3,67</b>	<b>2,14</b>	7,91	1,47
		Con tendencia a la independencia de campo	26	5,24	1,77	3,61	2,78	7,42	1,48
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	6,31	2,52	2,54	1,07	7,60	1,02
		Con tendencia a la independencia de campo	22	<b>4,07</b>	<b>1,87</b>	<b>2,44</b>	<b>1,15</b>	7,36	1,12
	<b>Total</b>		84	5,35	2,23	3,13	2,05	7,57	1,31
Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,34	1,66	3,50	1,08	8,25	0,77
		Con tendencia a la independencia de campo	14	5,10	1,57	2,60	1,11	8,65	0,79
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>6,87</b>	<b>1,71</b>	3,64	1,13	<b>8,83</b>	<b>1,57</b>
		Con tendencia a la independencia de campo	11	5,98	2,26	3,25	1,43	<b>7,49</b>	<b>1,26</b>

	Total	61	6,17	1,86	3,29	1,78	9,14	9,16
Total	Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,37	2,07	3,39	1,79	8,79	1,41
	Con tendencia a la independencia de campo	73	4,99	1,92	3,00	1,07	7,67	1,30
	Total	145	5,71	2,11	3,20	1,93	8,25	1,13

### *Cargas cognitivas en la unidad 7*

Durante la unidad 7 las cargas cognitivas fueron reportadas tal y como se encuentran registradas en la tabla 51, la carga cognitiva intrínseca más alta ( $M=7,47$  y  $DE=1,05$ ) fue registrada por el grupo compuesto por los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que trabajaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales invariables, por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales variables, obtuvieron la media más baja ( $M=5,55$  y  $DE=2,16$ ).

En cuanto a la carga extrínseca, los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes fijo y activadores motivacionales variables obtuvieron la media más alta ( $M=3,95$  y  $DE=1,94$ ), por su parte los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más baja ( $M=2,56$  y  $DE=1,11$ ).

En lo referente a la carga cognitiva germánica, la media más alta (M=8,36 y DE=0,61) fue registrada en el grupo de estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio que interactuaron con andamiajes con desvanecimiento a voluntad y activadores motivacionales variables, Por su parte los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiaje fijo y activadores motivacionales invariables obtuvieron la media más baja (M=7,27 y DE=1,16).

Durante la unidad 7 la media más baja en general fue obtenida en la carga extrínseca (M=3,38 y DE=1,89) y la más alta en la carga germánica (M=8,21 y DE=1,24).

**Tabla 51**  
*Estadísticos descriptivos obtenidos con relación a las cargas cognitivas en la unidad 7*

Tipo Andamiaje	Activador motivacional	Estilo Cognitivo	N	cc intrínseca		cc extrínseca		cc germánica		
				Media	Desv	Media	Desv	Media	Desv	
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	22	6,40	2,04	<b>3,95</b>	<b>1,94</b>	7,71	1,44	
		Con tendencia a la independencia de campo	26	<b>5,55</b>	<b>2,16</b>	3,59	2,40	7,39	1,77	
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	14	6,60	2,19	<b>2,56</b>	<b>1,11</b>	8,01	0,72	
		Con tendencia a la independencia de campo	22	5,75	2,50	2,88	1,68	<b>7,27</b>	<b>1,16</b>	
	<b>Total</b>			<b>84</b>	<b>6,03</b>	<b>2,22</b>	<b>3,31</b>	<b>1,94</b>	<b>7,57</b>	<b>1,38</b>
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	15	6,04	1,61	3,32	1,67	<b>8,36</b>	<b>0,61</b>
Con tendencia a la independencia de campo			14	6,27	2,23	3,00	1,70	8,11	1,07	
Invariable		Con tendencia a la sensibilidad al medio	21	<b>7,47</b>	<b>1,05</b>	3,93	1,72	7,32	1,62	
		Con tendencia a la independencia de campo	11	5,68	2,61	3,35	2,46	7,62	1,19	
<b>Total</b>			<b>61</b>	<b>6,51</b>	<b>1,92</b>	<b>3,46</b>	<b>1,84</b>	<b>7,47</b>	<b>1,40</b>	

Total	Con tendencia a la sensibilidad al medio	72	6,67	1,80	3,52	1,73	8,82	1,09
	Con tendencia a la independencia de campo	73	5,78	2,31	3,22	2,06	7,54	1,39
Total		145	6,24	2,10	3,38	1,89	8,21	1,24

#### Anova mixto de medias repetidas

Con el objetivo de verificar las variables que presentaron diferencias estadísticamente significativas, se verifica la Traza de Pillai (Tabla 52). Como puede apreciarse en la misma tabla, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,005$ ) en carga cognitiva total ( $p < 0001$ ), la interacción entre carga cognitiva y tipo de andamiaje ( $p=0,02$ ), tipos de carga cognitiva ( $p < 0,001$ ) la interacción entre carga cognitiva total y tipos de carga cognitiva ( $p < 0,001$ ) y finalmente la interacción entre carga cognitiva total, tipos de carga cognitiva y tipos de andamiaje ( $p=0.003$ ).

**Tabla 52**  
*Traza de Pillai para carga cognitiva*

		Pruebas multivariante <sup>a</sup>						
Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	
Carga cognitiva total	Traza de Pillai	0,21	5,072 <sup>b</sup>	6,00	116,00	<b>0,00</b>	0,21	
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje	Traza de Pillai	0,12	2,730 <sup>b</sup>	6,00	116,00	<b>0,02</b>	0,12	
Carga cognitiva total * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,05	1,035 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,41	0,05	
Carga cognitiva total * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,06	1,140 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,34	0,06	
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,09	1,815 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,10	0,09	
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,05	,999 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,43	0,05	
Carga cognitiva total * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,08	1,602 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,15	0,08	
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo	Traza de Pillai	0,06	1,141 <sup>b</sup>	6,00	116,00	0,34	0,06	

cognitivo

Tipos de cargas cognitivas	Traza de Pillai	0,82	277,724 <sup>b</sup>	2,00	120,00	<b>0,00</b>	0,82
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje	Traza de Pillai	0,03	1,745 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,18	0,03
Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,02	1,182 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,31	0,02
Tipos de cargas cognitivas * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,05	2,934 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,06	0,05
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,01	,604 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,55	0,01
	Lambda de Wilks	0,99	,604 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,55	0,01
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,00	,188 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,83	0,00
Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,01	,302 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,74	0,01
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,00	,011 <sup>b</sup>	2,00	120,00	0,99	0,00
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas	Traza de Pillai	0,35	5,033 <sup>b</sup>	12,00	110,00	<b>0,00</b>	0,35
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje	Traza de Pillai	0,07	,720 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,73	0,07
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,04	,421 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,95	0,04
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,14	1,433 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,16	0,14
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Traza de Pillai	0,18	1,998 <sup>b</sup>	12,00	110,00	<b>0,03</b>	<b>0,18</b>
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,08	,745 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,71	0,08
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Traza de Pillai	0,09	,859 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,59	0,09
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas *	Traza de Pillai	0,16	1,757 <sup>b</sup>	12,00	110,00	0,06	0,16

a. Diseño : Intersección + tipo de andamiaje + activadores motivacionales+ estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales+ tipo de andamiaje \* estilo cognitivo+ activadores motivacionales\* estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales\* estilo cognitivo

Diseño intra-sujetos: Carga cognitiva total + Tipos de cargas cognitivas + Carga cognitiva total \* Tipos de cargas cognitivas

b. Estadístico exacto

### *Prueba de esfericidad de Mauchly.*

Para el análisis de las medias repetidas de las variables en análisis, se aplicó la prueba de esfericidad de Mauchly, como se puede observar en la tabla 53 los valores de significancia de las variables: carga cognitiva total, tipos de carga y la interacción entre las dos, los valores de significancia fueron menores a 5%, por tanto, no se cumplió esta prueba.

En este sentido se verifica la prueba de Greenhouse Geisser encontrando que los valores obtenidos fueron superiores al 5%: carga cognitiva total 0,51, Tipo de carga cognitiva 0,76 e interacción entre las mismas 0,24, de esta manera se procede a tener en cuenta esta prueba para hallar diferencias significativas en el análisis de medias repetidas de las variables que se presentan en este apartado.

**Tabla 53**

### *Prueba de esfericidad de Mauchly*

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Carga cognitiva total	,056	342,223	20	<b>,000</b>	<b>,507</b>	,552	,167
Tipos de cargas cognitivas	,591	63,088	2	<b>,000</b>	<b>,710</b>	,757	,500
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas	,000	1306,139	77	<b>,000</b>	<b>,244</b>	,266	,083

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + tipo de andamiaje + activadores motivacionales+ estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales+ tipo de andamiaje \* estilo cognitivo+ activadores motivacionales\* estilo cognitivo+ tipo de andamiaje \* activadores motivacionales\* estilo cognitivo  
Diseño intra-sujetos: Carga cognitiva total + Tipos de cargas cognitivas + Carga cognitiva total \* Tipos de cargas cognitivas

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

### Prueba intra sujetos

De acuerdo con lo anterior se procede a verificar las diferencias significativas en la prueba inter sujetos de acuerdo con la prueba de Greenhouse Geisser (Tabla 54).

La prueba intra sujetos permite apreciar que hay diferencias en la carga cognitiva total ( $p=0,05$ ), en los tipos de cargas cognitivas ( $p<0,001$ ) y en la interacción entre carga cognitiva y tipos de cargas cognitivas ( $p<0,001$ ).

**Tabla 54**

### Prueba de efecto intra sujetos

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Carga cognitiva total	Greenhouse-Geisser	113,95	3,04	37,45	2,58	<b>0,05</b>	0,02
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje	Greenhouse-Geisser	112,76	3,04	37,05	2,55	0,06	0,02
Carga cognitiva total * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	49,28	3,04	16,19	1,12	0,34	0,01
Carga cognitiva total * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	84,91	3,04	27,90	1,92	0,12	0,02
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	100,39	3,04	32,99	2,27	0,08	0,02
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	51,17	3,04	16,82	1,16	0,33	0,01
Carga cognitiva total * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	88,97	3,04	29,24	2,01	0,11	0,02
Carga cognitiva total * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	36,93	3,04	12,14	0,84	0,48	0,01
Error(Carga cognitiva total)	Greenhouse-Geisser	5343,82	368,22	14,51			
<hr/>							
Tipos de cargas cognitivas	Greenhouse-Geisser	7117,06	1,42	5013,54	231,80	<b>0,00</b>	0,66
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje	Greenhouse-Geisser	82,67	1,42	58,24	2,69	0,09	0,02
Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	15,53	1,42	10,94	0,51	0,54	0,00
Tipos de cargas cognitivas * estilo cognitivo	Greenhouse-Geisser	94,76	1,42	66,75	3,09	0,07	0,02
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Greenhouse-Geisser	15,59	1,42	10,98	0,51	0,54	0,00

Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	6,09	1,42	4,29	0,20	0,74	0,00
Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	3,48	1,42	2,45	0,11	0,82	0,00
Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	0,30	1,42	0,21	0,01	0,97	0,00
Error(Tipos de cargas cognitivas)	Greenhouse- Geisser	3715,16	171,77	21,63			
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas	Greenhouse- Geisser	501,24	2,93	170,98	5,76	<b>0,00</b>	0,05
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje	Greenhouse- Geisser	57,55	2,93	19,63	0,66	0,57	0,01
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales	Greenhouse- Geisser	56,61	2,93	19,31	0,65	0,58	0,01
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	162,45	2,93	55,41	1,87	0,14	0,02
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales	Greenhouse- Geisser	89,75	2,93	30,62	1,03	0,38	0,01
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	130,38	2,93	44,47	1,50	0,22	0,01
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	143,42	2,93	48,92	1,65	0,18	0,01
Carga cognitiva total * Tipos de cargas cognitivas * tipo de andamiaje * activadores motivacionales * estilo cognitivo	Greenhouse- Geisser	153,46	2,93	52,35	1,76	0,16	0,01
Error(Carga cognitiva total*Tipos de cargas cognitivas)	Greenhouse- Geisser	10530,35	354,73	29,69			

Con el objetivo de profundizar entre qué unidades se presentan las diferencias significativas se aplica la prueba de contrastes intra sujetos, A continuación los resultados con respecto a la carga cognitiva total.

## Carga cognitiva total

Como se puede apreciar en la tabla 55, el proceso mostró diferencias significativas con relación a la carga total entre los niveles 1 y 2, entre los niveles 3 y 4 y entre los niveles 6 y 7, estos datos se encuentran graficados en la figura 31.

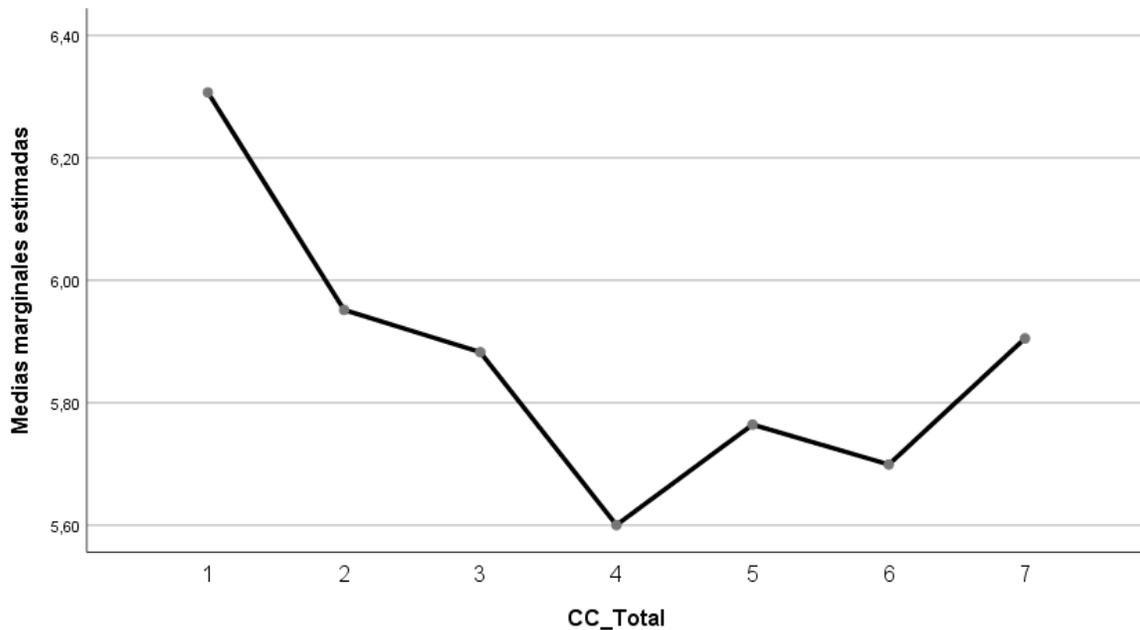
**Tabla 55**

*Prueba de contraste inter sujetos para carga cognitiva total.*

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Carga cognitiva total	Unidad 1 versus unidad 2	15,36	1,00	15,36	9,00	<b>0,00</b>	0,07
	Unidad 2 versus unidad 3	0,58	1,00	0,58	0,41	0,52	0,00
	Unidad 3 versus unidad 4	9,71	1,00	9,71	5,61	<b>0,02</b>	0,04
	Unidad 4 versus unidad 5	3,28	1,00	3,28	0,55	0,46	0,00
	Unidad 5 versus unidad 6	0,52	1,00	0,52	0,06	0,81	0,00
	Unidad 6 versus unidad 7	5,16	1,00	5,16	4,43	<b>0,04</b>	0,04

**Figura 31**

*Medias marginales estimadas en carga cognitiva durante las cuatro unidades de estudio*



Como puede apreciarse la carga cognitiva fue disminuyendo durante las primeras cuatro unidades. La prueba de contrastes muestra que primer cambio significativo ocurrió entre las cargas registradas en las unidades 1 y 2 ( $p < 0,001$ ), este descenso era predecible y natural dado que el trabajo en la unidad 1 implicó el conocimiento de los apoyos pedagógicos, además de la familiarización con el nuevo contenido disciplinario, se esperaría que luego de la experiencia con la primera unidad, el trabajo con la segunda requeriría menos esfuerzo cognitivo.

En el mismo proceso la carga cognitiva disminuyó aunque no de forma significativa entre las unidades 2 y 3, posteriormente entre la 3 y 4 ( $p = 0,02$ ) nuevamente se presenta una disminución significativa de la carga cognitiva, esta situación podría explicarse dada la familiarización con el dominio del conocimiento luego de trabajar 4 unidades sobre temas similares.

A partir de la unidad 4 y hasta la 6, la carga cognitiva tiende a ser estable pues no se hallan diferencias significativas entre estas unidades (unidad 4 a la 5  $p=0,46$  y unidad 5 a la 6  $p=0,81$ ) Finalmente en las unidades 6 y 7 hay un aumento significativo de la carga cognitiva que podría deberse a la complejidad de la unidad 7 ya que en ésta se exigía la combinación de diferentes conceptos vistos durante las unidades anteriores.

Este análisis no permite identificar el porcentaje de incidencia de cada una de las cargas cognitivas sobre este resultado inicial, por lo que a continuación se realiza el análisis de los tipos de cargas cognitivas.

#### Tipos de cargas cognitivas

Con relación a los tipos de cargas cognitivas la tabla 56 muestra que hubo diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre la carga cognitiva extrínseca (en la gráfica de la figura 20 marcada con el número 1 y la carga cognitiva extrínseca (marcada con el número 2), de igual manera entre la carga cognitiva extrínseca y la carga cognitiva germánica (marcada con el número 3) ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 56**

*Prueba de contraste inter sujetos para tipos de cargas cognitivas.*

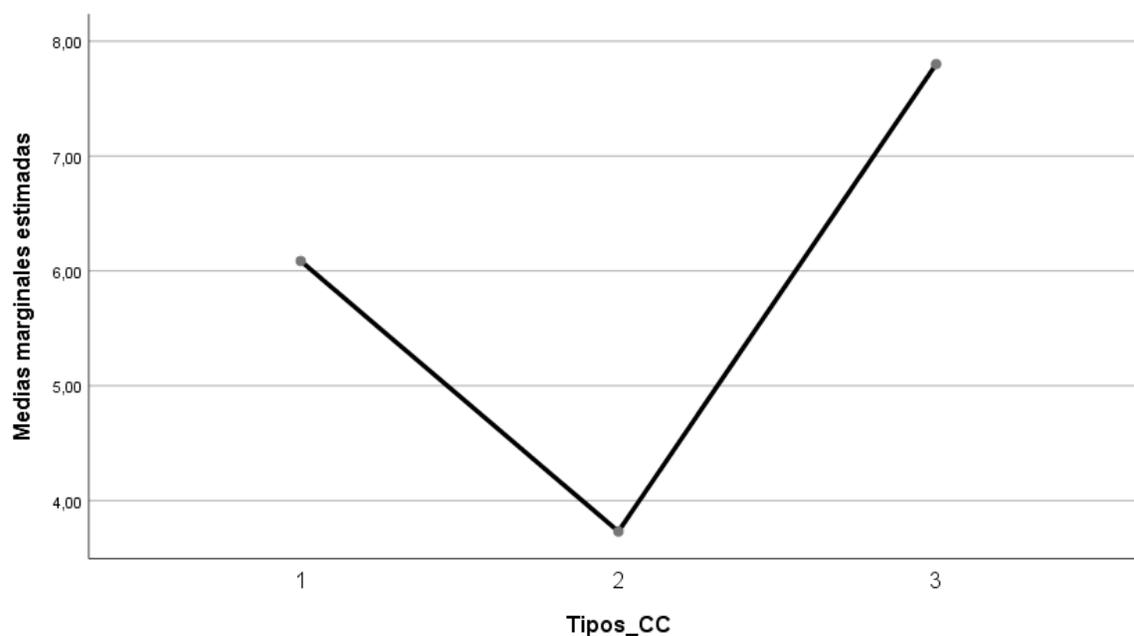
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Tipos de cargas cognitivas	CC intrínseca versus CC extrínseca	675,51	1	675,51	421,64	0,00	0,78
	CC extrínseca versus CC germánica	2016,77	1	2016,77	332,14	0,00	0,73

La figura 32 permite apreciar que la carga cognitiva germánica obtuvo mayor promedio de las tres cargas, lo que podría indicar que la construcción de conocimiento primó en el proceso, de igual manera el bajo promedio en la carga cognitiva extrínseca

podría dar indicios que efectivamente el ambiente virtual de aprendizaje no generó mayor cantidad de carga cognitiva extrínseca posiblemente debido al diseño que tuvo en cuenta los parámetros de Colvin y Mayer (2011).

**Figura 32**

*Medidas marginales estimadas en cada uno de los tres tipos de cargas cognitivas*



**Nota:** 1. Carga cognitiva intrínseca, 2 Carga cognitiva extrínseca y 3 Carga cognitiva germánica Con el objetivo de indagar la incidencia de cada una de las cargas durante el proceso se analiza a continuación la interacción de las cargas cognitivas y los tipos de cargas.

Interacción carga cognitiva\*tipos de cargas cognitivas

En cuanto a la interacción entre la carga cognitiva y los tipos de cargas cognitivas (tabla 57), en el proceso se observó que hubo diferencias significativas entre las unidades

1 y 2 de estudio entre las cargas cognitivas intrínseca y extrínseca ( $p = 0,01$ ) y entre la carga cognitiva extrínseca y germánica ( $p < 0,001$ ).

Estos resultados indican que efectivamente la carga cognitiva germánica fue la mayor y la carga cognitiva extrínseca tuvo el menor promedio durante la unidad 1 (Figura 21), si se observa el comportamiento en el paso a la unidad 2, se nota que las cargas cognitivas germánica e intrínseca tienden a mostrarse estables, en tanto que la carga cognitiva extrínseca muestra una pendiente más inclinada, lo que podría dar pie a pensar que la diferencia significativa en la carga cognitiva total entre las unidades 1 y 2 estaría influenciada por la disminución en la carga cognitiva extrínseca en el proceso de familiarización con la plataforma y con el dominio de conocimiento.

De igual manera ocurrió entre las unidades 4 y 5, la carga cognitiva intrínseca registró diferencia significativa con relación a la carga cognitiva extrínseca ( $p = 0,01$ ) y esta última a su vez con relación a la carga cognitiva germánica ( $p = 0,02$ ), la gráfica de la figura 33, permite apreciar que efectivamente la carga cognitiva germánica subió visiblemente con relación al proceso que se venía describiendo en las unidades anteriores, es probable que haya sido el aumento en la carga germánica la que haya producido el aumento significativo en la carga cognitiva general entre estas unidades, lo que indica que en este rango, el proceso generó más conocimiento.

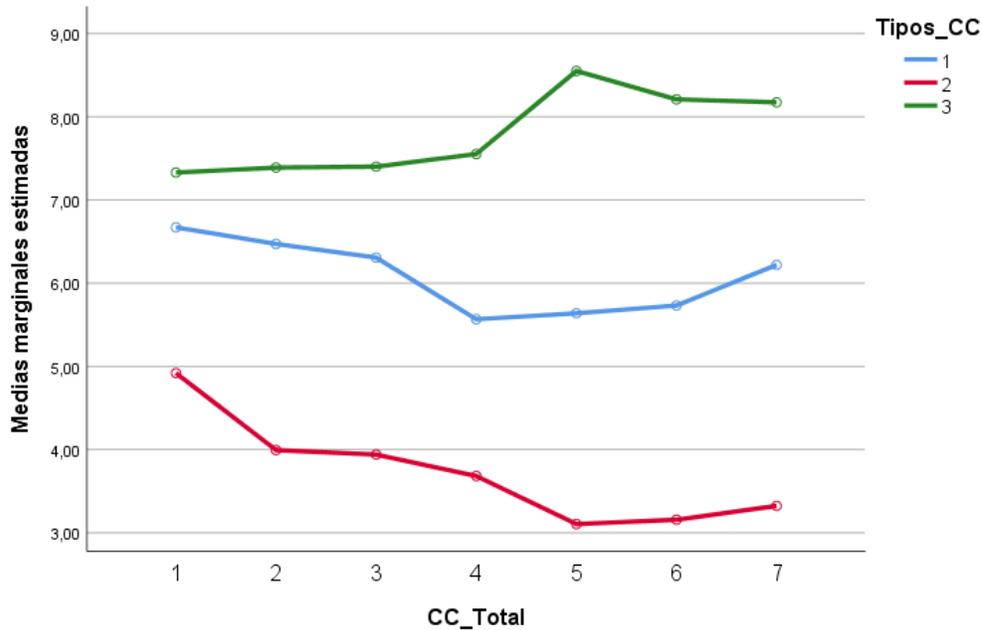
**Tabla 57**

*Interacción carga cognitiva\*tipos de cargas cognitivas*

Origen			Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Carga cognitiva total *	Unidad 1	CC intrínseca versus CC	64,48	1,00	64,48	8,15	<b>0,01</b>	0,06
	Unidad 2	CC extrínseca versus CC	118,48	1,00	118,48	14,27	<b>0,00</b>	0,11
Tipos de cargas cognitivas	Unidad 2	CC extrínseca versus CC germánica	1,49	1,00	1,49	0,17	0,68	0,00
	Unidad 3	CC intrínseca versus CC extrínseca	0,51	1,00	0,51	0,07	0,79	0,00
	Unidad 3	CC extrínseca versus CC germánica	28,44	1,00	28,44	3,62	0,06	0,03
	Unidad 4	CC intrínseca versus CC extrínseca	20,39	1,00	20,39	2,56	0,11	0,02
	Unidad 4	CC extrínseca versus CC germánica	51,18	1,00	51,18	6,95	0,01	0,05
	Unidad 5	CC intrínseca versus CC extrínseca	302,25	1,00	302,25	5,91	0,02	0,05
	Unidad 5	CC extrínseca versus CC germánica	0,21	1,00	0,21	0,04	0,85	0,00
	Unidad 6	CC intrínseca versus CC extrínseca	18,82	1,00	18,82	0,19	0,66	0,00
	Unidad 6	CC extrínseca versus CC germánica	12,64	1,00	12,64	1,81	<b>0,18</b>	0,01
	Unidad 7	CC intrínseca versus CC extrínseca	4,98	1,00	4,98	0,83	0,36	0,01
	Unidad 7	CC extrínseca versus CC germánica						

**Figura 33**

*Medias marginales estimadas de la carga cognitiva total\*los tipos de cargas cognitivas*



**Nota:** 1 carga cognitiva germánica, 2 carga cognitiva intrínseca y 3 carga cognitiva extrínseca

El análisis de medias repetidas también permite observar diferencias significativas entre las unidades 6 y 7 específicamente entre la carga cognitiva intrínseca y extrínseca lo que llevaría a una diferencia implícita entre la carga cognitiva germánica y la carga cognitiva extrínseca. Observando la gráfica de la figura 21 se puede apreciar que las cargas cognitivas germánica y extrínseca tienden a mantenerse estables y que hay un aumento en la carga cognitiva intrínseca dado a que en esta unidad los estudiantes tuvieron que

integrar conocimientos adquiridos durante las unidades anteriores para resolver las actividades propuestas.

Así mismo la figura 21 permite visualizar que la carga cognitiva extrínseca fue bajando a través del tiempo, probablemente gracias a la familiaridad con el entorno virtual de aprendizaje ganado a través del proceso, así a medida que el estudiante conoce el entorno virtual, puede navegar con mayor facilidad reduciendo la carga extrínseca asociada a la interacción con el entorno virtual de aprendizaje.

De igual manera, es posible que el diseño efectivo de los ambientes de aprendizaje pudo minimizar las distracciones visuales o auditivas que pudieran afectar el proceso de aprendizaje.

Estas condiciones probablemente permitieron aumentar la carga cognitiva extrínseca, lo cual permitió establecer conexiones significativas entre los conceptos aprendidos y contribuir a mejorar el proceso de aprendizaje.

En cuanto a la carga cognitiva intrínseca tal vez la más estable de las tres cargas cognitivas, inicialmente descendió conforme se iba conociendo el tema y luego aumentó, aunque al parecer no de forma significativa posiblemente por la integración de saberes que se debió realizar en la última unidad dentro de la dinámica de aprendizaje.

En síntesis, el comportamiento de la carga cognitiva y sus tres tipos fue consistente con las expectativas, considerando que el diseño del entorno virtual se enfocó en reducir los niveles de carga cognitiva extrínseca y proporcionar más recursos para la carga cognitiva intrínseca, con el fin de apoyar el proceso de aprendizaje.

## **CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN Y PROYECCIONES.**

---

A lo largo de este capítulo se discuten los resultados obtenidos en el presente estudio. Se analiza el impacto del ambiente de Aprendizaje Virtual considerando el efecto de las variables independientes: Tipo de andamiaje, activadores motivaciones y estilo cognitivo y sus interacciones sobre la variables dependientes: Logro de aprendizaje, autoeficacia académica, autoeficacia para el aprendizaje en ambientes virtuales en sus tres subescalas: autoeficacia para el aprendizaje, autoeficacia para la gestión del tiempo y autoeficacia para el uso de la tecnología y la carga cognitiva también en sus tres subescalas: carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extrínseca y carga cognitiva germánica.

Posteriormente se brindan respuestas a las preguntas de investigación planteadas y finalmente se exponen posibles proyecciones.

### **EFFECTOS DEL AMBIENTE DE APRENDIAJE VIRTUAL**

#### **Efecto de tipo de andamiaje**

Los resultados mostraron que al comparar el efecto de los tipos de andamiaje sobre las variables dependientes es decir, sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia en ambientes de aprendizaje en línea y la carga cognitiva no se encontraron diferencias significativas.

Este hallazgo revela que tanto el andamiaje fijo como el andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante produjeron efectos similares en las variables dependientes. Este resultado es especialmente prometedor, considerando que la literatura indica que al

desvanecer el andamiaje los estudiantes presentan dificultades para obtener el logro de aprendizaje deseado (T. W. Chang et al., 2015; Pan & Liu, 2022; L. Zheng et al., 2022).

Al respecto, la mayoría de los estudios han utilizado andamiajes fijos compuestos por un conjunto de apoyos constantes en el tiempo y han demostrado promover el logro del aprendizaje (Doo et al., 2020a, 2020b; Hederich-Martínez et al., 2016; Lee & Songer, 2004; López-Vargas, 2014; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010; Wecker et al., 2010), la autoeficacia (López-Vargas et al., 2020, 2022; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2018) y la carga cognitiva (López-Vargas et al., 2017; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019).

En este sentido se podría considerar que el andamiaje con desvanecimiento a voluntad del estudiante propuesto por Cagiltay (2006) que busca empoderar al estudiante sobre su proceso de aprendizaje otorgándole la responsabilidad de decidir sobre cuándo y en qué medida desvanecer el andamiaje, posiblemente equiparó el rendimiento del andamiaje fijo, lo cual constituye un aporte interesante para el desarrollo de andamiajes computacionales en ambientes virtuales por varias razones: En primera medida porque logró ser *un apoyo temporal* que presta su servicio hasta cuando el estudiante lo estime necesario tal y como lo reclama el concepto de andamiaje propiamente dicho (Belland, 2017; Cagiltay, 2006).

En segundo lugar, *ofreció asistencia personalizada* ya que el estudiante eligió los apoyos que estimó necesarios de acuerdo con sus intereses, preferencias y necesidades, basándose en la evaluación que hizo de su proceso de aprendizaje.

En tercer medida, posiblemente facilitó el *avance gradual y estructural* del estudiante en su proceso de aprendizaje mediante el desarrollo de las habilidades adquiridas al interactuar con el andamiaje. Estas habilidades incluyen el establecimiento de metas de desempeño y aprendizaje, el planteamiento de niveles de complejidad, la validación de percepción de autoeficacia, la estimación del valor de las experiencias de éxito, la activación del esfuerzo y la persistencia, el monitoreo constante del progreso, entre otros.

En cuarto lugar, posiblemente contribuyó a *llevar al estudiante a desenvolverse de manera autónoma*, asumiendo mayor compromiso y responsabilidad de tal manera que probablemente aumentó la sensación de responsabilidad sobre el alcance del aprendizaje deseado. En este sentido este modelo de andamiaje puede brindar al estudiante un ambiente propicio que permita mayor motivación intrínseca, invite a invertir más esfuerzo y persistencia, aumente la percepción de eficacia personal y permita autogestionar la carga cognitiva.

Como quinto y último aspecto, el modelo de andamiaje no saturó los recursos de memoria del usuario ni complicó la tarea pero *no la simplificó*. Al respecto el andamiaje con desvanecimiento a voluntad del estudiante no generó carga cognitiva significativamente superior a la introducida por el andamiaje fijo. Este resultado sugiere que las actividades adicionales como evaluar su propio progreso, estimar el beneficio de las herramientas, la activación o desactivación de los apoyos, etc., tal y como lo sugieren Jackson y colaboradores (1998) y Calgitay (2006), no representaron un proceso intrusivo que añadiera carga cognitiva extrínseca extra al proceso de aprendizaje.

En este sentido es probable que el control de la carga cognitiva extrínseca dada por el diseño instruccional que siguió las recomendaciones de Colvin y Mayer (2011), el ejercicio de realizar la reflexión consciente sobre el propio pensamiento y las habilidades y la identificación de deficiencias y la toma de decisiones sobre cómo abordarlas con las herramientas disponibles, haya implicado un esfuerzo cognitivo beneficioso que ayudó al estudiante a centrarse en su proceso de aprendizaje y evitar posibles distracciones (Ayedoun et al., 2020; Cagiltay, 2006; McNeill et al., 2006; Pea, 2004).

Estos resultados son similares a los obtenidos por estudios adelantados por López-Vargas y colaboradores (2017) y Solórzano-Restrepo y López-Vargas (2019), quienes encontraron que la inclusión de andamiajes computacionales en escenarios de aprendizaje virtuales favoreció la carga cognitiva y el logro de aprendizaje. Al respecto Solórzano-Buitrago y López-Vargas (2019) indican que “... el hecho de aprender de forma organizada y estratégica favorece la construcción del propio conocimiento” (Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019, p.42) haciendo referencia a los beneficios brindados por un andamiaje de tipo computacional.

En resumen, se logró el desarrollo de un andamiaje con desvanecimiento que igualó en desempeño a los andamiajes fijos, no obstante la tarea adicional de evaluar el propio progreso con relación a la tarea y seleccionar de los apoyos brindados por el ambiente de aprendizaje. De esta manera es probable que el andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante haya generado procesos de pensamiento complejos y de interiorización de habilidades motivacionales.

Sin embargo estos estudios no son concluyentes y por el contrario los resultados de diferentes investigaciones muestran resultados contradictorios (Gidalevich & Kramarski, 2018) por tal razón es importante continuar profundizando sobre la efectividad de este tipo de andamiajes.

### **Efecto de los activadores motivacionales.**

Los resultados obtenidos evidenciaron que los activadores motivacionales tuvieron efecto significativo sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica final, la autoeficacia para el aprendizaje en línea en la subescala aprendizaje y además se observó un efecto notable en la carga cognitiva particularmente en la subescala carga germánica todos ellos, a favor de los grupos que interactuaron con activadores motivacionales variables.

Con relación al *logro de aprendizaje y la autoeficacia académica*, los resultados pueden ser atribuidos a múltiples razones: En primera medida, aunque los dos andamiajes trabajados en el presente estudio tuvieron como base ofrecer a los participantes la mayor cantidad de experiencias de éxito, partiendo de los planteamientos Bandura (1994) que indican que los éxitos constituyen “la forma más efectiva de crear un fuerte sentido de eficacia personal” (p. 2) y que “un sentido resiliente de eficacia requiere experiencia en la superación de obstáculos mediante un esfuerzo perseverante” (p. 3); fueron los activadores motivacionales variables aunado al diseño del ambiente computacional los que posiblemente, gracias a su adaptabilidad a la estilística personal, marcaron la diferencia.

En este sentido, es probable que los activadores motivacionales variables hayan abordado de manera más efectiva las características y necesidades individuales de los estudiantes en comparación con los activadores motivacionales invariables, gracias a la combinación del aspecto motivacional unido a la adaptabilidad a la estilística del estudiante que probablemente generó mayor credibilidad y empatía en los participantes, permitiéndoles realizar validaciones más eficientes, auto persuasivas y beneficiosas que redundaron en mejoramiento del logro del aprendizaje y la autoeficacia académica para aprender contenidos relacionados con la programación de Arduino.

En efecto, los “impulsos personalizados” de los activadores variables probablemente constituyeron esos pequeños empujones que contribuyeron al mantenimiento del esfuerzo y la persistencia, lo que a su vez facilitó experiencias de éxito, brindando una sensación de confianza en las capacidades propias y por tanto el logro del aprendizaje.

En cuanto a *la autoeficacia para el aprendizaje en línea* subescala *aprendizaje*. Es importante recordar que la subescala *aprendizaje* hace referencia a la confianza de los estudiantes para aprender de forma efectiva en entornos en línea. Ciertamente, el aprendizaje en línea presenta desafíos únicos, como la autodisciplina, la gestión del propio proceso de aprendizaje, el aprovechamiento de las oportunidades de aprendizaje presentes en el entorno virtual en general, entre otros (W. Zimmerman & Kulikowich, 2016).

Este resultado podría indicar que posiblemente la adaptación de los mensajes motivacionales a las características estilísticas de los estudiantes como adaptación de las

persuaciones verbales planteadas por Bandura como tercera fuente de autoeficacia(Bandura, 1997), unidas a las experiencias de éxito brindadas por el ambiente virtual de aprendizaje permitieron al estudiante validar las fortalezas de su estilo cognitivo, de tal manera que conociéndose mejor probablemente les fue posible identificar y valorar sus fortalezas ganando así confianza para aprender en este tipo de ambientes y así aumentar su percepción de autoeficacia.

Del mismo modo, la autoeficacia para aprender en línea estaría asociada con el aprovechamiento de los recursos educativos dispuestos en el ambiente virtual de aprendizaje y que son asociados al logro académico. En tal sentido, la sensación de autonomía, compromiso y éxito, probablemente contribuyeron a mejorar la percepción de autoeficacia para abordar desafíos futuros cuando nuevamente el estudiante deba aprender a través de ambientes virtuales tal y como lo señala Aldhahi y colaboradores en el 2021 al mencionar “la autoeficacia de los estudiantes en línea podría verse influenciada por el éxito anterior con el aprendizaje en línea” (Aldhahi et al., 2021, p.2)

En lo referente a *la carga cognitiva subescala carga cognitiva germánica*, el diseño instruccional que buscaba ofrecer un ambiente propicio para el manejo eficiente de las cargas cognitivas sumado a la adaptabilidad de los activadores motivacionales acorde a la estilísticas de los estudiantes, probablemente catalizó el procesamiento y asimilación de la información, mejorando la carga cognitiva germánica significativamente en los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje que incluía los activadores motivacionales variables con relación a aquellos que involucraban activadores motivacionales invariables.

Ahora bien, es posible que la carga cognitiva extrínseca no se haya visto afectada, ya que los activadores motivacionales indistintamente del modelo, no resultaron intrusivos y no emplearon recursos de memoria significativamente diferentes. Con referencia a la carga cognitiva intrínseca estos resultados podrían indicar que los activadores motivacionales no afectaron de forma diferencial el uso de recursos de memorias inherentes a la complejidad del dominio del conocimiento que se aborda en el ambiente virtual de aprendizaje.

En resumen los resultados anteriores apoyan los hallazgos encontrados en múltiples estudios que muestran la importancia de un diseño instruccional adecuado (Cheon et al., 2014; López-Vargas et al., 2017), la favorabilidad de la adaptabilidad (Basu et al., 2017; Niño-Ramos, 2019; Noroozi et al., 2018; Tawfik et al., 2018) y el beneficio de incluir un andamiajes de tipo computacional (López-Vargas et al., 2017; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019) para favorecer la carga cognitiva en estudiantes con diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC cuando aprenden a través de ambientes virtuales.

De igual manera es importante resaltar la importancia de tener en cuenta las características individuales de los estudiantes, en este caso a través de los activadores motivacionales variables, de tal manera que se atiendan sus necesidades de aprendizaje de manera diferencial. En tal sentido la evidencia mostró que al parecer el bagaje teórico y empírico disponible sobre el estilo cognitivo, permite establecer los puntos críticos de inflexión que podrían permitir ofrecer atención individualizada necesaria para suplir las

necesidades particulares de los participantes (Chuang et al., 2021; López-Vargas, 2008; Nozari & Siamian, 2015; Palmquist & Kim, 2000).

### **Efecto del estilo Cognitivo**

Los resultados de la presente investigación mostraron que el estilo cognitivo solo tuvo influencia sobre dos variables dependientes: la autoeficacia académica y la carga cognitiva intrínseca. Con relación a la autoeficacia académica, el estilo cognitivo en la dimensión dependencia - independencia de campo (DIC) mostró diferencia significativa a favor de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo.

Este resultado apoya múltiples estudios que señalan estos estudiantes dada su estilística cognitiva, poseen percepciones más altas con relación a sus capacidades para aprender (Alomyan, 2017; Hederich-Martínez, 2015; López-Vargas et al., 2012a, 2020). En efecto las características estilísticas de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo les permiten orientarse hacia el logro de resultados, en este sentido están en la capacidad de invertir mucho más esfuerzo y perseverancia para alcanzarlos (López-Vargas et al., 2022; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2016) de tal manera que posiblemente el estilo cognitivo esté asociado a una alta autoeficacia académica (López-Vargas et al., 2011; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010).

Así, las experiencias de éxito pasadas de los estudiantes independientes de campo, probablemente le permitan poseer y mantener percepciones altas acerca de sus capacidades para llevar a cabo una tarea específica sin detenerse en pensamientos negativos que lo hagan visualizarse en escenarios de fracaso y frustración. Por el contrario

el hecho de poder pensar claramente, sin luchar contra la ansiedad y la depresión no obstante el ambiente de aprendizaje en el que se desenvuelvan, sin lugar a duda les permite plantearse estrategias con el fuerte convencimiento de llevarlas a cabo y efectivamente lograr las metas propuestas.

Por otro lado el estilo cognitivo mostró incidencia sobre la carga cognitiva intrínseca. Los resultados mostraron que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio autorreportaron uso de carga cognitiva más elevada que sus compañeros con tendencia a la independencia de campo. Este resultado posiblemente indicaría que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio realizaron mayor acopio de las estructuras mentales ya formadas en comparación con sus compañeros con tendencia a la independencia de campo probablemente dada la complejidad que representaba el dominio de conocimiento tratado en el ambiente virtual de aprendizaje.

En efecto el aprendizaje de programación de Arduino comprende un dominio de conocimiento que implica el uso de pensamiento complejo, integra la comprensión y aplicación de procesos paralelos y que requieren coherencia y dependencia de resultados previos. En este sentido, el ambiente virtual de aprendizaje estaba diseñado para brindar al estudiante la oportunidad de analizar diferentes problemas y validar soluciones planteadas en un ambiente estructurado de tal manera que lograra alcanzar los aprendizajes deseados.

Ante este escenario de aprendizaje, probablemente los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio dadas sus características estilísticas, el trabajo independiente con apoyo social limitado y la novedad y complejidad del dominio de conocimiento; tuvieron

que invertir mayores recursos de su memoria de trabajo en la carga cognitiva intrínseca (López-Vargas et al., 2017; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019) en comparación con sus compañeros con tendencia a la independencia de campo, para quienes posiblemente este proceso resulta más natural.

Con relación a las demás variables: logro de aprendizaje, autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea y carga cognitiva extrínseca y germánica el análisis no encontró diferencias significativas. Estos resultados pueden explicarse por varias razones.

Con relación al *logro del aprendizaje* el resultado es consistente con múltiples investigaciones que han informado que el uso de andamiajes computacionales ha permitido un aprendizaje más equitativo en los estudiantes de diferentes estilos cognitivos en la dimensión DIC (López-Vargas, 2008; López-Vargas et al., 2017, 2020, 2022; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; López-Vargas & Valencia-Vallejo, 2012; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019). Por tanto, los resultados podrían sugerir que probablemente los andamiajes hayan contribuido al logro del aprendizaje de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio de tal manera que su desempeño se equiparó con el logro de aprendizaje alcanzado por sus compañeros con tendencia a la independencia de campo.

En cuanto a la *autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea* investigaciones han señalado puntuaciones significativamente superiores en las poblaciones con tendencia a la independencia de campo comparadas con poblaciones sensibles al medio (López-Vargas, 2008; Triana-Vera & López-Vargas, 2023). En este sentido es posible que la percepción de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al

medio, acerca de sus capacidades para llevar a cabo experiencias exitosas de aprendizaje a través de ambientes virtuales en el futuro, haya aumentado debido al éxito en la experimentación con los andamiajes propuestos en los ambientes de aprendizaje experimentales.

Este resultado es consistente con los hallazgos encontrados por diferentes investigaciones que señalan que el uso de andamiajes computacionales ha contribuido a mejorar las percepciones de los estudiantes acerca de sus capacidades para aprender en ambientes virtuales de aprendizaje (López-Vargas et al., 2020; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo et al., 2018).

Con relación a la *carga cognitiva germánica*, los resultados indicarían que el diseño de los andamiajes computacionales favoreció la construcción del conocimiento posiblemente con más efectividad en los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio, por cuanto reportaron un rendimiento similar al de sus compañeros con tendencia a la independencia de campo. Estos resultados son consistentes con los hallazgos encontrados por López-Vargas y colaboradores (2017) y Solórzano-Bermúdez y López Vargas (2019) quienes también encontraron que la integración de con andamiajes computacionales a ambientes de aprendizaje virtuales lograron eliminar las diferencias existentes en esta variable en estudiantes con diferente estilo cognitivo (López-Vargas et al., 2017 López-Vargas et al., 2017; Solórzano-Restrepo & López-Vargas, 2019)

En cuanto a la *carga cognitiva extrínseca*, no presenta diferencias significativas atribuibles al estilo cognitivo. Este resultado es bastante prometedor por cuanto a pesar de que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio se orientan por señales

externas, presentes en los ambientes virtuales de aprendizaje, situación que puede causar mayor cantidad de carga cognitiva extrínseca en este caso particular no ocurrió. Este hallazgo puede ser atribuible al apoyo estructurado y ordenado ofrecido por los andamiajes computacionales.

En este sentido los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio posiblemente contaron con una estructura clara y definida ofrecida por los ambientes virtuales que orientaron su aprendizaje. De igual manera tal y como puede observarse en el análisis de medias repetidas, la carga cognitiva extrínseca fue disminuyendo conforme el estudiante iba adquiriendo experiencia no solo en el manejo del ambiente virtual sino también con relación al dominio del conocimiento.

Estos resultados resultan ser bastantes consistentes con investigaciones que señalan que la carga cognitiva extrínseca tiende a bajar conforme los usuarios se familiarizan con el ambiente virtual de aprendizaje (Belland, 2017) y/o adquieren preconceptos relacionados con el dominio del conocimiento que aborda el ambiente virtual de aprendizaje (Quintero-Manes et al., 2022)

En síntesis el estilo cognitivo influyó en la autoeficacia académica y la carga cognitiva intrínseca. Los estudiantes con tendencia a la independencia de campo reportaron mayor autoeficacia académica, mientras que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio manifestaron haber experimentado carga cognitiva intrínseca mayor. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en otras variables como el logro del aprendizaje, la autoeficacia para aprender en línea y las cargas cognitivas intrínsecas y germánicas, posiblemente debido al uso de andamiajes computacionales que

facilitaron el aprendizaje equitativo y proporcionaron apoyo estructurado. Estos resultados son consistentes con estudios previos que respaldan los beneficios de los andamiajes computacionales integrados en ambientes de aprendizaje virtual.

### **Interacciones entre Tipo de andamiajes y Activadores motivacionales**

Con relación al efecto de la interacción entre tipo de andamiaje y activadores motivacionales, los resultados indicaron que esta interacción solo afectó de manera estadísticamente significativa al logro de aprendizaje. Las demás variables dependientes no mostraron diferencias atribuibles a esta interacción.

En efecto, el grupo de estudiantes que interactuó con el escenario experimental que combinó andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables superó de forma significativa en cuanto a logro de aprendizaje a los estudiantes que trabajaron con la demás condiciones de experimentación.

Este resultado podría explicarse por varias razones: En primera instancia es posible que el efecto de la adaptabilidad proporcionada por los activadores motivacionales variables se sumó al desarrollo de procesos de pensamiento complejo y la interiorización de habilidades motivacionales probablemente originadas en la tarea de gestionar el andamiaje por desvanecimiento.

De acuerdo con lo anterior, podría pensarse que cuando el desvanecimiento del andamiaje está a cargo del estudiante, tal y como lo recomiendan Jackson y colaboradores (1998) y Cagiltay (2006), el estudiante participa de forma más activa en la determinación de su propio programa de aprendizaje así, no solo se beneficia del andamiaje, sino que

presumiblemente desarrolla autonomía con referencia a su proceso de aprendizaje, en palabras de Jackson y colaboradores (1998) “El andamio con desvanecimiento a cargo del estudiante encaja bien con la pedagogía centrada en el alumno y ofrece ventajas para el desarrollo de habilidades de pensamiento y aprendizaje autónomo y reflexivo de los estudiantes” (Jackson et al., 1998 p. 11).

Sin embargo generar esta dinámica no resulta sencillo por cuanto presenta mayor exigencia al estudiante, haría falta un componente que realizara la función de catalizador, en este caso particular probablemente estuvo constituido por los activadores motivacionales variables que prestaron apoyo diferencial acorde con las necesidades estilísticas de los estudiantes.

En consecuencia, es posible que la versatilidad y la dinámica de este modelo a la hora de adaptarse a las características individuales y los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, unidas a la posibilidad de asumir la responsabilidad de su proceso de aprendizaje de forma más directa, probablemente generó nuevas dinámicas que ubican al estudiante como protagonista en su proceso.

En segunda medida, es posible que los estudiantes que interactuaron con este modelo se hayan sentido más motivados dada la credibilidad que probablemente generaron los activadores motivacionales variables sumada a la posibilidad de personalizar el andamiaje del ambiente virtual de estudio.

En este sentido los ambientes de aprendizaje virtual que incluyen andamiajes por desvanecimiento a cargo del estudiantes y activadores motivacionales variables podrían

ofrecer una experiencia de aprendizaje más personalizada y efectiva dando lugar a un logro de aprendizaje final estadísticamente superior a los demás modelos comparados en este estudio.

Sin embargo y a pesar de este resultado es necesario seguir investigando, por cuanto estos resultados no son concluyentes y es necesario realizar más estudios que puedan explicar la conducta de los estudiantes cuando interactúan con ambientes de aprendizaje computacionales fijos o por desvanecimiento a voluntad del estudiante.

### **Interacción entre Tipo de Andamiaje y Estilo Cognitivo.**

La interacción entre tipo de andamiaje y estilo cognitivo solo produjo diferencia significativa en la autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala aprendizaje. Con relación a las demás variables dependientes no se observaron diferencia significativa, es decir: el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para ambientes de aprendizaje en línea, subescala gestión del tiempo y uso de tecnología y en la carga cognitiva. A continuación se analizan cada una de ellas.

Con relación al *logro académico*, los estudiantes obtuvieron resultados similares sin importar el tipo de andamio y su estilo cognitivo. Esta situación puede tener varias explicaciones: A pesar de que varios estudios señalan que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio se encuentran en desventaja para aprender en ambientes virtuales de aprendizaje en comparación con sus compañeros con tendencia a la independencia de campo (Alomyan, 2017; Bartomeus, 2003; Chang et al., 2015; Niño-Ramos, 2019), es posible que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio

hayan hecho un uso eficiente de los andamios que les ofrece una guía ordenada y sistemática para abordar su proceso de aprendizaje, al punto de lograr obtener un desempeño similar al de sus compañeros con tendencia a la independencia de campo quienes posiblemente también ajustaron y reevaluaron sus estrategias de aprendizaje para beneficiarse de otras características propias del entorno virtual.

Este resultado es consistente con otros estudios que encontraron que estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC, tuvieron desempeños similares cuando interactuaron con ambientes virtuales que contenían andamios computacionales incluidos en su estructura (López-Vargas et al., 2020, 2022; López-Vargas & Triana-Vera, 2013; Valencia-Vallejo, 2017).

En esta misma línea, otra razón de este resultado podría ser atribuida a que los cuatro grupos experimentales estuvieron apoyados por andamios computacionales, en tal sentido todos los andamios favorecieron el logro del aprendizaje.

Con relación a la *autoeficacia académica*, este resultado es bastante positivo puesto los dos modelos de andamiaje computacional fueron efectivos a la hora de atender las diferencias individuales posiblemente dada su organización. En tal sentido los andamiajes computacionales proporcionaron apoyo adecuado a todos los estudiantes no obstante su estilo cognitivo de tal manera que la autoeficacia académica no mostró diferencia significativa con relación a ninguno de los cuatro modelos experimentales.

Este resultado respalda la efectividad de los andamiajes computacionales como herramienta para mejorar la autoeficacia. En este sentido, los andamiajes permiten que

todos los estudiantes sin importar su estilo cognitivo se beneficien y alcancen resultados exitosos haciendo el proceso de aprendizaje más ajustado a las necesidades de aprendizaje y por ende más equitativos (López-Vargas et al., 2022; Valencia-Vallejo et al., 2018)

De otro lado, los resultados mostraron que la interacción entre tipo de andamio y estilo cognitivo no tuvo efecto sobre *la carga cognitiva*. Este resultado puede sugerir que aun cuando un andamiaje puede generar tareas extras a la propias del proceso de aprendizaje para el estudiante, es posible que gracias la organización y diseño instruccional de los andamiajes, los estudiantes hayan utilizado las estrategias motivacionales incluidas en los andamiajes para gestionar la carga cognitiva, incluso en los andamiajes por desvanecimiento que además exigía la vigilancia del propio proceso de aprendizaje. Este resultado respalda estudios anteriores que indican que el uso de andamiaje es beneficioso para la carga cognitiva (Darejeh et al., 2021, 2022; Quintero-Manes et al., 2022).

En resumen los resultados sugieren que los andamiajes computacionales ya sean fijos o por desvanecimiento a voluntad del estudiante, pueden ser estrategias efectivas para contribuir a mejorar el logro del aprendizaje y la autoeficacia académica independientemente del estilo cognitivo en la dimensión DIC a la que pertenezcan los estudiantes. De igual manera los andamiajes computacionales pueden ayudar a gestionar la carga cognitiva contribuyendo así a mejorar el proceso de aprendizaje. Sin embargo es recomendable continuar investigando sobre este campo para obtener una comprensión

más completa de la forma en que se pueden desvanecer los andamiajes para responder a las necesidades individuales de los estudiantes.

### **Interacción entre activadores motivacionales y estilo cognitivo**

El análisis de la interacción entre activadores motivacionales variables y el estilo cognitivo en la dimensión DIC, no mostró diferencia significativa en las variables dependientes del presente estudio.

Este resultado podría atribuirse a que posiblemente los activadores motivacionales en sus dos versiones: variables e invariables, contribuyeron a neutralizar el efecto del estilo cognitivo sobre el logro de aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para ambientes virtuales de aprendizaje y la carga cognitiva, en estudiantes que interactúan con ambientes virtuales de aprendizaje. En tal sentido los resultados son coherentes con los proporcionados en múltiples estudios (Bulu, 2008; C. C. Chang & Yang, 2023; De la Fuente et al., 2021; Derkach, 2022; Kadir et al., 2023; Ledneva & Kovalev, 2021; Noroozi et al., 2018; Olaz, 2001; Own et al., 2023; Palmquist & Kim, 2000).

Con relación al *logro de aprendizaje* es plausible que los activadores motivacionales hayan tenido la capacidad de incentivar el esfuerzo y la persistencia en los estudiantes sensibles al medio, a tal punto que alcanzaron un logro de aprendizaje equiparable al de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo. La influencia significativa de los activadores motivacionales puede explicarse dada la inclinación de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio hacia aspectos

llamativos del ambiente de aprendizaje así como su preferencia a ser guiados externamente.

Estos resultados son consistentes con diversas investigaciones que indican que los estudiantes con tendencia a la sensibilidad al medio pueden beneficiarse de la retroalimentación que represente una referencia sobre su desempeño, de igual manera valoran la aprobación y el reconocimiento proveniente de referentes externos (Hederich-Martínez, 2004)

Respecto a la autoeficacia *académica y para el aprendizaje en ambientes virtuales* es posible que los activadores motivacionales alineados con el estilo cognitivo hayan constituido los estímulos auto convincentes que incrementaron las creencias en las propias capacidades para aprender tanto el dominio de conocimiento como el aprendizaje exitoso a través de un ambiente virtual, en especial en los estudiantes sensibles al medio quienes dada su estilística cognitiva presentan mayor dificultad en este tipo de escenarios de aprendizaje (Hederich-Martínez et al., 2016; López-Vargas & Hederich-Martínez, 2010).

Finalmente en lo referente a *la carga cognitiva*, es posible que el resultado pueda explicarse a partir de la ayuda de los activadores en cuanto a la dirección y el enfoque de los estudiantes en su tarea de aprendizaje y que posiblemente les brindó sensación de manejo eficiente de la carga cognitiva.

En este sentido podría pensarse que esta interacción presenta grandes potencialidades, ya que probablemente los activadores motivacionales variables fueron más eficientes que los invariables puesto que lograron desencadenar procesos

motivacionales que posiblemente mitigaron el efecto del estilo cognitivo sobre el logro del aprendizaje, al autoeficacia y la carga cognitiva.

### **Interacción entre tipo de andamiajes, activadores motivacionales y estilo cognitivo.**

Finalmente la interacción entre las tres variables independientes arrojó diferencia significativa en la autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala aprendizaje a favor de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con activadores motivacionales variables y andamiajes por desvanecimiento a voluntad del estudiante.

Como se ha venido observando a través de la discusión la variable dependiente más influenciada por las condiciones experimentales dadas por la variables independientes ha sido la autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala aprendizaje. Este resultado podría indicar que la interacción exitosa con los ambientes de aprendizaje pero en especial con el que combina andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables ha permitido que los estudiantes aumenten las creencias en las propias capacidades para aprender en ambientes virtuales de aprendizaje.

Al respecto, los estudios muestran que la estilística perteneciente a los estudiantes con tendencia a la independencia de campo les permite orientarse por referentes personales, tienen facilidad para tomar puntos importantes y reestructurar el conocimiento a partir de ellos de tal manera que pueden establecer conexiones con aprendizaje previos y/o estructurar nuevos conceptos, usan estrategias de autorregulación el aprendizaje y poseen orientación al logro (Nozari & Siamian, 2015).

En tal sentido podría pensarse que un andamiaje por desvanecimiento a voluntad les vendría muy bien a personas pertenecientes a este tipo de estilo cognitivo por cuanto poseen autonomía en la elección de apoyos pedagógicos, poseen el dominio absoluto de las rutas de navegación y además reciben motivación diferenciada a manera de reto para seguir aprendiendo. En este sentido, las variables se encontrarían alineadas para favorecer las percepciones que poseen en cuanto a su capacidad para aprender en escenarios en línea.

Por otro lado, las investigaciones han mostrado que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo reportan mayores niveles de eficacia personal, en tal sentido las experiencias de éxito pasadas probablemente le permitan poseer y mantener percepciones altas acerca de sus capacidades para llevar a cabo una tarea específica sin detenerse en pensamientos negativos que lo hacen visualizarse en escenarios de fracaso y frustración. Por el contrario el hecho de poder pensar claramente, sin luchar contra la ansiedad y la depresión no obstante el ambiente de aprendizaje en el que se desenvuelvan, sin lugar a duda les permite plantearse estrategias con el fuerte convencimiento de llevarlas a cabo y efectivamente lograr las metas propuestas (López-Vargas & Triana-Vera, 2013).

Estos resultados muestran una vez más, la importancia de tener en cuenta las características individuales de los estudiantes de tal manera que se atienden sus necesidades de aprendizaje diferencial, En este sentido al parecer el estilo cognitivo y el bagaje teórico disponible, permite establecer los puntos críticos que podrían permitir

ofrecer atención individualizada necesaria para suplir las necesidades de los participantes (Chuang et al., 2021; López-Vargas, 2008; Nozari & Siamian, 2015; Palmquist & Kim, 2000).

## **RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **Primera pregunta de investigación**

*1. ¿Cuál es el efecto de un andamiaje computacional fijo frente a otro de desvanecimiento a cargo del estudiante integrados en un ambiente virtual de aprendizaje, sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para aprendizaje en línea y la carga cognitiva?*

Los análisis estadísticos mostraron que no hubo efecto significativo del tipo de andamiaje sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y sobre la carga cognitiva.

En efecto se consiguió diseñar e implementar un andamiaje desvanecido a voluntad del estudiante que demostró un rendimiento equiparable a los andamiajes fijos. En tal sentido es probable que el andamiaje con desvanecimiento controlado por el estudiante haya fomentado procesos de pensamiento complejos y la internalización de habilidades motivacionales a pesar de la tarea adicional de evaluar el propio progreso y seleccionar los apoyos del ambiente de aprendizaje,

### **Segunda pregunta de investigación**

*2. ¿Existen diferencias significativas en el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes con diferentes estilos cognitivos interactúan con un*

*ambiente de aprendizaje virtual sobre contenidos en electrónica, que contiene activadores motivacionales variables frente a un ambiente de aprendizaje virtual que integra activadores motivacionales invariables?*

Los resultados de la presente tesis doctoral indican que el tipo de activador motivacional tuvo incidencia sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica final, la autoeficacia para el aprendizaje en línea subescala aprendizaje y la carga cognitiva en la subescala carga cognitiva germánica a favor de los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables a favor de los estudiantes que interactuaron con activadores motivacionales variables.

Así, es importante resaltar la relevancia de considerar las características individuales de los estudiantes, en este caso mediante el uso de activadores motivacionales variables, para abordar sus necesidades de aprendizaje de forma diferenciada. En este sentido, el conocimiento teórico y empírico disponible sobre el estilo cognitivo puede identificar los puntos críticos que permiten brindar la atención individualizada necesaria para satisfacer las necesidades particulares de los participantes.

### **Tercera pregunta de investigación.**

*3. ¿Existen alguna influencia del estilo cognitivo cuando estudiantes aprenden en ambientes virtuales sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva?*

El estudio permitió visualizar que el estilo cognitivo tuvo incidencia en la autoeficacia académica en a favor de los estudiantes con tendencia a la independencia de

campo y en la carga cognitiva intrínseca a favor de los estudiantes con tendencia a la sensibilidad la medio.

La demás variables dependientes no mostraron efecto significativo originado por el estilo cognitivo. Esto podría deberse al uso de andamiajes computacionales que facilitaron un aprendizaje equitativo y proporcionaron un apoyo estructurado.

#### **Cuarta pregunta de investigación**

*4. ¿Existe algún tipo de interacción entre andamiajes fijos y de desvanecimiento a voluntad del estudiante con la implementación de activadores motivacionales variables e invariables sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes interactúan con una ambiente de aprendizaje virtual sobre contenidos de electrónica?*

Los resultados mostraron que solo hubo efecto de la interacción entre el tipo de andamiaje y los activadores motivacionales en el logro final de aprendizaje a favor de los estudiantes que interactuaron con andamiajes por desvanecimiento y activadores motivacionales variables.

En este sentido los ambientes de aprendizaje virtual que incluyen andamiajes por desvanecimiento a cargo del estudiantes y activadores motivacionales variables podrían ofrecer una experiencia de aprendizaje más personalizada y efectiva dando lugar a un logro de aprendizaje final estadísticamente superior a los demás modelos comparados en este estudio.

### Quinta pregunta de investigación

*5. ¿Existe algún tipo de interacción entre tipos de andamiaje (fijo y por desvanecimiento a voluntad del estudiante) y estilo cognitivo (con tendencia a la sensibilidad al medio e independencia de campo) sobre el logro del aprendizaje, la autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva cuando estudiantes aprenden a través de ambientes virtuales?*

La interacción entre tipo de andamiaje y estilo cognitivo mostró diferencias significativas en la autoeficacia para el aprendizaje en línea, subescala aprendizaje a favor de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo y andamiaje fijo. Las demás variables dependientes no registran influencia de esta interacción.

Al respecto los resultados indican que tanto los andamiajes computacionales fijos como los desvanecidos por el estudiante pueden ser estrategias efectivas para mejorar la autoeficacia para el aprendizaje en ambientes en línea, sin importar el estilo cognitivo en la dimensión DIC de los estudiantes. Además, estos andamiajes computacionales con desvanecimiento a voluntad del estudiante pueden ayudar mejorar el logro del aprendizaje, a aumentar la autoeficacia académica y a gestionar la carga cognitiva dado que sus resultados equipararon los resultados por un andamiaje fijo y cuya eficacia ha sido mostrada en diversos estudios.

### **Sexta pregunta de investigación**

*6. ¿Existe algún tipo de interacción entre activadores motivacionales variables e invariables con estilo cognitivo con tendencia a la sensibilidad al medio e independencia de campo con relación al logro de aprendizaje, autoeficacia académica, autoeficacia para aprendizaje en ambientes en línea y carga cognitiva cuando estudiantes interactúan con ambientes virtuales de aprendizaje?*

La interacción entre tipo de activadores motivacionales y estilos cognitivos en la dimensión DIC no presentó ninguna influencia sobre las variables dependientes: Logro de aprendizaje, autoeficacia académica, autoeficacia para ambientes de aprendizaje en línea y carga cognitiva.

En este sentido se podría considerar que esta interacción tiene un gran potencial, ya que es probable que los activadores motivacionales variables hayan demostrado ser más eficaces que los invariables al desencadenar procesos motivacionales que posiblemente contrarrestaron el efecto del estilo cognitivo en el logro del aprendizaje, la autoeficacia y la carga cognitiva.

### **Séptima pregunta de investigación**

*7. ¿Existen interacciones entre tipo de andamiaje, fijo y por desvanecimiento a voluntad del estudiante, los activadores motivacionales variables e invariables y el estilo cognitivo en la dimensión DIC respecto del logro del aprendizaje, la*

*autoeficacia académica, la autoeficacia para el aprendizaje en línea y la carga cognitiva?*

*La interacción de las tres variables independientes: tipo de andamiaje, activadores motivacionales y estilo cognitivo solo tuvo efecto significativo sobre la autoeficacia para el aprendizaje en línea a favor de los estudiantes con tendencia a la independencia de campo que interactuaron con andamiajes con desvanecimiento a voluntad del estudiante, activadores motivacionales variables*

Esta misma interacción no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre las demás variables dependientes.

#### **Octava pregunta de investigación**

*8. ¿Cuál es el comportamiento del logro del aprendizaje y la carga cognitiva a través del tiempo cuando estudiantes aprenden interactuando con un ambiente virtual de aprendizaje?*

Se observó en general un progreso en el logro del aprendizaje conforme transcurrió el tiempo presentando diferencia significativa solamente entre las unidades 1 y 2 (Tabla 44), de igual manera la figura 30, permite observar que hubo un crecimiento en este aspecto más marcado en las primeras cuatro unidades del estudio, a partir de allí, el logro de aprendizaje tiende a estabilizarse, mostrando un leve decremento, no significativo entre las unidades 6 y 7.

Este resultado podría explicarse a partir del proceso de adaptación al ambiente virtual (proceso de ingreso, usuario, contraseña), al conocimiento de las herramientas de las que

se dispone y a la complejidad del dominio de conocimiento tratado en el ambiente virtual, que con el tiempo se van haciendo más familiares y fáciles de trabajar. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Stephen y colegas (2021).

De igual manera este proceso en el que solo se determinó diferencia significativa entre las unidades 1 y 2 podrían indicar que el trabajo con el ambiente virtual no causó mayores traumatismos y que por el contrario se dio de forma ascendente y pausada hasta lograr estabilizarse.

En cuanto a la carga cognitiva tal y como lo muestra la tabla 55 y la figura 31, mostró un descenso hasta la unidad 4, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre las unidades 1 y 2 y 3 y 4, sin embargo al tener en cuenta que la carga cognitiva tiene tres componentes, uno que no puede controlarse (carga cognitiva intrínseca), otro indeseable (carga cognitiva extrínseca) y un tercero deseable (carga cognitiva germánica) el contraste inter sujetos mostrado en la tabla 56 mostró diferencia significativa en las tres cargas, de tal suerte que la carga cognitiva extrínseca fue evaluada por los estudiantes como baja y la carga cognitiva germánica fue la más alta de las tres.

Este resultado indicaría que el diseño del software efectivamente disminuyó la carga cognitiva extrínseca y que posiblemente por ello sumado a otros componentes presentes en el ambiente de aprendizaje mejoró el nivel de carga germánica y al mismo tiempo el logro del aprendizaje reafirmando los resultados de múltiples investigaciones , tal y como ya fue discutido, los resultados mostrados en la figura 33 reafirman lo expuesto y muestran los resultados esperados.

En términos generales el análisis de medias repetidas permitió encontrar patrones y tendencias de las variables involucradas y que los resultados finales efectivamente son coherentes con un proceso al interior de la experimentación y no como efecto de resultados desordenados y sin cohesión.

Estos hallazgos reafirman una vez más la importancia de considerar las características individuales de los estudiantes y abordar sus necesidades de aprendizaje de manera diferenciada. En este sentido, tanto el estilo cognitivo como el conocimiento teórico disponible acerca del mismo, parecen ser herramientas clave para identificar los puntos críticos que permiten ofrecer una atención individualizada y satisfacer las necesidades de los participantes (López-Vargas, 2008; Nozari & Siamian, 2015; Palmquist & Kim, 2000).

## **PROYECCIONES**

Investigaciones futuras deberían tener en cuenta las siguientes recomendaciones: Con relación a la parte metodológica sería importante que estudios posteriores consideren ampliar el número de participantes, así se podría brindar mayor precisión y generalización a los resultados al igual que podría ayudar a determinar diferencias más sutiles entre los grupos que comprenden el estudio y que posiblemente no pudieron ser identificadas en la presente investigación.

De otro lado el uso de herramientas de autorreporte pudo no haber detectado otras diferencias sobre todo relacionadas con las cargas cognitivas dada sus características por ejemplo el sesgo de las respuestas debidas a la subjetividad, la memoria y la falta de

sinceridad, posiblemente influenciada por la cultura o el contexto social en el que está inmersa la población en estudio.

Finalmente con el fin de prevenir posibles sesgos dados por condiciones iniciales sería interesante realizar investigaciones de tipo experimental con grupos conformados al azar, Este enfoque permitiría obtener resultados más robustos y confiables, al garantizar una distribución aleatoria de los participantes en los diferentes grupos de estudio.

En lo que respecta al desarrollo y la logística de la investigación, es fundamental contar con un grupo interdisciplinario que colabore en el diseño, desarrollo e implementación del software utilizado. Sería beneficioso incluir expertos en ingeniería de sistemas, bases de datos y diseño gráfico, entre otros. Esta colaboración interdisciplinaria permitiría crear recursos eficaces, agradables y funcionales para el usuario, minimizando así la carga cognitiva extrínseca y favoreciendo los procesos de aprendizaje.

De igual manera, futuros desarrollos deben propender por hacer que las aplicaciones que funcionen en equipos de gama baja, pues son con los que cuentan los colegios oficiales, de igual manera sería bueno que las aplicaciones fueran multiplataforma, de tal manera que puedan correr en tabletas, celulares y pc de mesa.

Con relación al ambiente de aprendizaje virtual sería interesante que los apoyos motivacionales fueran auditivos y que los estudiantes pudieran escoger las voces que les transmitirían los mensajes, también podrían estar acompañados por memes relacionados con el tema de estudio que podrían generar un ambiente más amigable y atractivo para los estudiantes.

Es importante incluir una buena cantidad y variedad de activadores, de tal manera que no se repitan para que no se perciba fácilmente la programación del mensaje, también se pueden incluir ovaciones y aplausos.

Los estudios futuros podrían considera implementar un nuevo módulo que permita al estudiante jugar en línea con otros estudiantes resolviendo la actividades dispuestas en el aula, para ello habría que implementar una forma de comunicación entre los participantes, incluir mensajes y música que incentive la competencia, Sería motivante que cada estudiante pueda escoger un avatar y un nombre, El módulo podría notificar al estudiante su puesto en la competencia y al final entregar un informe sobre el desempeño de la actividad y una retroalimentación, puede incluirse un pódium que pudieran visualizar los participantes.

Otro ejemplo de módulo que podría ser implementado es el de interacción y comunicación y su objetivo sería permitir al estudiante comunicarse con otros compañero y con el profesor a través de pizarras y chats compartidos en los que se pudieran discutir material del ambiente virtual y recomendar otros materiales de la web.

En un futuro, se podría explorar la implementación de tecnologías como la realidad aumentada, que permitiría a los estudiantes probar circuitos y elementos virtuales antes de implementarlos con componentes reales. Esto brindaría una experiencia práctica más inmersiva y ayudaría a los estudiantes a comprender y experimentar de manera segura antes de llevar a cabo aplicaciones físicas. También sería bueno implementar módulos capaces de ayudar a administrar el tiempo, horarios de estudio (pomodoro), plazos de

entrega, etc., con el fin de ayudar a mantener la disciplina necesaria para avanzar en el proceso

Al considerar estos factores adicionales, podría obtenerse una comprensión más completa de las dinámicas que influyen en el aprendizaje y se pueden desarrollar estrategias más efectivas para apoyar a los estudiantes en su proceso educativo. Además, la gestión de emociones, el estrés y la depresión son aspectos relevantes en el contexto del aprendizaje actuales, dado que estos factores pueden afectar la motivación, el rendimiento académico y el bienestar general de los estudiantes.

El presente muestra nuevos desafíos y derroteros, las tecnología de la información y la comunicación presenta alternativas antes no imaginadas. En este sentido los ambientes de aprendizaje virtuales se consolidan como terrenos fértiles capaces de atender las necesidades y los intereses individuales de quienes allí interactúan para que puedan alcanzar el logro del aprendizaje y a partir de ello puedan construir nuevas realidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Alali, R., & Saleh, S. (2021). E-Learners' Self-efficacy for Online Courses: Self-efficacy for IT Use as a Predictor for Academic Self-efficacy. *Pakistan Journal of Distance & Online Learning*, 87–104
- Alomyan, H. (2004). Individual Differences: Implications for Web-based Learning Design. *International Education Journal*, 4(4), 188–196. <http://iej.cjb.net>
- Alomyan, H. (2017). A conceptual framework for web-based learning design. *International Conference e-Learning*, 191–195
- Alqurashi, E. (2016). Self-Efficacy In Online Learning Environments: A Literature Review. *Contemporary Issues in Education Research-First Quarter*, 9(1)
- Andrade-Lotero, L. A. (2012). Diseño multimedia y aprendizaje : un estado del arte. *Revista Internacional de Investigación En Educación*, 5(4), 75–92
- Angeli, C. (2013). Examining the effects of field dependence-independence on learners' problem-solving performance and interaction with a computer modeling tool: Implications for the design of joint cognitive systems. *Computers and Education*, 62, 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.002>
- Angeli, C. (2015). Instructional design effects and computer modeling software: cognitive style and the split-attention effect. *ResearchGate*, 155–162
- Antonenko, P. D., & Niederhauser, D. S. (2010). The influence of leads on cognitive load and learning in a hypertext environment. *Computers in Human Behavior*, 26(2), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.10.014>
- Artino, A. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: An abbreviated review for educational practitioners. *AACE Journal*, 16(4), 425–439
- Artino, A., & McCoach, B. (2008). Development and initial validation of the online learning value and self-efficacy scale. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 279–303. <https://doi.org/10.2190/EC.38.3.c>
- Azevedo, R., Cromley, J. G., & Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia? *Contemporary Educational Psychology*, 29(3), 344–370. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2003.09.002>
- Bandura, A. (1994a). *Encyclopedia of mental health* (Vol. 4). Academic Press.
- Bandura, A. (1994b). Self-Efficacy. In *Encyclopedia of human behavior* (pp. 71–81). V. S. Ramachandran. <http://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/BanEncy.html>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy The Exercise of Control* (Primera). Stanford University.

- Bandura, A. (1999). Social cognitive theory : An agentic Albert Bandura. *Journal of Social Psychology*, 2(1), 21–41. <https://doi.org/10.1111/1467-839X.00024>
- Bandura, A. (2002). Growing Primacy of Human Agency in Adaptation and Change in the Electronic Era. *European Psychologist*, 7(1), 2–16. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.7.1.2>
- Bartomeus, G. (2003). The role of cognitive styles in e-learning: a discussion of literature. *Skrift från Institutionen för pedagogik*, 1, 42–49.
- Belland, B. R. (2017). *Instructional Scaffolding in STEM Education Strategies and Efficacy Evidence* (Springer International, Ed.; 1st ed.).
- Belland, B. R., Lee, E., Zhang, A. Y., & Kim, C. M. (2022). Characterizing the most effective scaffolding approaches in engineering and technology education: A clustering approach. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(6), 1795–1812. <https://doi.org/10.1002/cae.22556>
- Berridi-Ramírez, R., & Martínez-Guerrero, J. (2017). Estrategias de autorregulación en contextos virtuales de aprendizaje. *Perfiles Educativos*, 39(156), 89–102. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13250923006>
- Beserra, V., Nussbaum, M., Oteo, M., & Martin, R. (2014). Measuring cognitive load in practicing arithmetic using educational video games on a shared display. *Computers in Human Behavior*, 41, 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.016>
- Bouffard-Bouchard, T. (1990). Influence of self-efficacy on performance in a cognitive task. *Journal of Social Psychology*, 130(3), 353–363. <https://doi.org/10.1080/00224545.1990.9924591>
- Bradley, R., Browne, B., & Kelley, H. (2017). Examining the Influence of Self-Efficacy and Self-Regulation in Online Learning. *College Student Journal*, 51(4), 518–531. <https://www.researchgate.net/publication/325743793>
- Burgos-Torre, K. S., & Salas-Blas, E. (2020). Procrastinación y Autoeficacia académica en estudiantes universitarios limeños. *Propósitos y Representaciones*, 8(3). <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n3.790>
- Cagiltay, K. (2006). Scaffolding strategies in electronic performance support systems: Types and challenges. *Innovations in Education and Teaching International*, 43, 93–103. <https://doi.org/10.1080/14703290500467673>
- Calderín, M., & Csoban, E. (2010). Elementos para un programa de alfabetización informacional: la autoeficacia hacia el uso de las computadoras. *Biblios: Revista Electrónica de Bibliotecología, Archivología y Museología*, 37, 1-19
- Camilleri, D., Porter, C., & Micallef, M. (2022). Investigating Cognitive Workload during Comprehension and Application Tasks in Software Testing. Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE, 237–242. <https://doi.org/10.18293/SEKE2022-155>

- Castellanos-Páez, V., Latorre-Velásquez, D. C., Mateus-Gómez, S. M., & Navarro-Roldán, C. P. (2017). Modelo Explicativo del Desempeño Académico desde la Autoeficacia y los Problemas de Conducta. *In Revista Colombiana de Psicología*, 26(1), pp. 149–161). Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.15446/rcp.v26n1.56221>
- Çebi, A., Araújo, R. D., & Brusilovsky, P. (2022). Do individual characteristics affect online learning behaviors? An analysis of learners sequential patterns. *Journal of Research on Technology in Education*. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2027301>
- Cerino, E. (2014). Relationships Between Academic Motivation, Self-Efficacy, and Academic Procrastination. *Psi Chi Journal of Psychological Research.*, 9(4), 256–263
- Chang, C. C., & Yang, S. T. (2023). Learners' positive and negative emotion, various cognitive processing, and cognitive effectiveness and efficiency in situated task-centered digital game-based learning with different scaffolds. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2209600>
- Chen, & Macredie, R. (2002). Cognitive styles and hypermedia navigation: Development of a learning model. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(1), 3–15. <https://doi.org/10.1002/asi.10023>
- Chen, C. M., & Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers and Education*, 80, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.015>
- Chen, F., Zhou, J., Zhou, Y., Yu Kun, Syed Z., Ahmad, A., & Conway Khawaji Dan. (2016). *Robust Multimodal Cognitive Load Measurement* (Springer International Publishing, Ed.).
- Chen, L. Y., Hsiao, B., Chern, C. C., & Chen, H. G. (2014). Affective mechanisms linking Internet use to learning performance in high school students: A moderated mediation study. *Computers in Human Behavior*, 35, 431–443. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.025>
- Chen, & Wu, C. (2015). Effects of Different Video Lecture Types on Sustained Attention, Emotion, Cognitive Load, and Learning Performance. *Computers and Education*, 80, 108–121. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2015.225>
- Cheon, J., Crooks, S., & Chung, S. (2014). Does segmenting principle counteract modality principle in instructional animation? *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 56–64. <https://doi.org/10.1111/bjet.12021>
- Chen, Zhou, J., Zhou, Y., Yu, K., Syed, Z., Ahmad, A., & Conway, K. (2016). *Robust Multimodal Cognitive Load Measurement* (Springer International Publishing, Ed.). <http://www.springer.com/series/6033>
- Chou, H. W. (2001). Influences of cognitive style and training method on training effectiveness. *Computers and Education*, 37(1), 11–25. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(01\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(01)00028-8)
- Colvin Clark, R., & Mayer, R. (2011). *E-Learnisn and the science of instruction* (Vol. 91).
- Compeau, D., & Higgins, C. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *Journal in JSTOR*, 19(2), 189–211.

- 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. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>
- Criollo, M., Romero, M., & Fontaines-Ruiz, T. (2017). Autoeficacia para el aprendizaje de la investigación en estudiantes universitarios. *Psicología Educativa*, 23(1), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2016.09.002>
- Darejeh, A., Marcus, N., & Sweller, J. (2021). The effect of narrative-based E-learning systems on novice users' cognitive load while learning software applications. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2451–2473. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10024-5>
- De la Fuente, J., Sander, P., Garzón-Umerenkova, A., Vera-Martínez, M. M., Fadda, S., & Gaeta-González, M. L. (2021). Self-Regulation and Regulatory Teaching as Determinants of Academic Behavioral Confidence and Procrastination in Undergraduate Students. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.602904>
- Derkach, T. M. (2022). ICT-based assessment of cognitive load in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2288(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012016>
- Dixon, H., Hawe, E., & Hamilton, R. (2020). The case for using exemplars to develop academic self-efficacy. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(3), 2–13. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1666084>
- Doo, M. Y., Bonk, C. J., & Heo, H. (2020). A Meta-Analysis of Scaffolding Effects in Online Learning in Higher Education. In *International Review of Research in Open and Distributed Learning* (Vol. 21)
- Fan, X. (2022). The development of EFL Learners' willingness to communicate and self-efficacy: The role of flipped learning approach with the use of social media. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1001283>
- Flammer, A. (2015). Self-Efficacy. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition* (pp. 504–508). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25033-2>
- Garrison, D., & Anderson, T. (2003). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice* (RoutledgeFalmer, Ed.; 1st ed.). Taylor & Francis e-Library.
- Garzón Umerenkova, A., Gil Flores, J., & De Besa Gutiérrez, M. R. (2021). Evidencia de validez de la Escala de Autoeficacia Percibida Específica de Situaciones Académicas (EAPESA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23, 1–12. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e06.2979>
- Gerhardt, Megan., & Brown, K. (2006). Individual differences in self-efficacy development: The effects of goal orientation and affectivity. *Learning and Individual Differences*, 16(1), 43–59. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.006>
- George, D. & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson.

- Gidalevich, S., & Kramarski, B. (2018). The value of fixed versus faded self-regulatory scaffolds on fourth graders' mathematical problem solving. *Instructional Science*.  
<https://doi.org/10.1007/s11251-018-9475-z>
- Gkorezis, P., Kostagiolas, P., & Niakas, D. (2017). Linking exploration to academic performance: The role of information seeking and academic self-efficacy. *Library Management*, 38(8–9), 404–414. <https://doi.org/10.1108/LM-02-2017-0021>
- Greene, J. A., Moos, D. C., Azevedo, R., & Winters, F. I. (2008). Exploring differences between gifted and grade-level students' use of self-regulatory learning processes with hypermedia. *Computers and Education*, 50(3), 1069–1083.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.10.004>
- Hadwin, A., & Winne, P. (2001). CoNoteS2: A software tool for promoting self-regulation. *Educational Research and Evaluation*, 7(2/3), pp. 313-334.
- Hederich-Martínez, C. (2004). *Estilos cognitivos en la dimensión Independencia Dependencia de Campo -Influencias culturales e implicaciones para la educación-*. Universidad Autónoma de Barcelona
- Hederich-Martínez, C., López-Vargas, O., & Camargo-Urbe, 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), 199–216.
- Hederich-Martínez, C., Camargo-Urbe, A., & López-Vargas, O. (2018a). Andamiajes computacionales para favorecer la autorregulación del aprendizaje: una revisión de investigaciones. In *Aportes a la investigación sobre educación virtual desde América Latina* (Primera, pp. 117–150). Publicaciones Politécnico Gran Colombiano.
- Hederich-Martínez, C., Camargo-Urbe, A., & López-Vargas, O. (2018b). Motivation and use of learning strategies in students, men and women, with different level of schooling. *Journal of Psychological and Educational Research JPHER*, 26(1), 121–146.
- Heidari, K. (2022). A Psycholinguistic Look at the Role of Field Dependence/Independence in Receptive/Productive Vocabulary Knowledge: Does it Draw a Line? *Journal of Psycholinguistic Research*, 51(6), 1393–1408. <https://doi.org/10.1007/s10936-022-09905-4>
- Hernández-Jáquez, L. (2018). Perfil sociodemográfico y académico en estudiantes universitarios respecto a su autoeficacia académica percibida. *Psicogente*, 21(39), 35–49.  
<https://doi.org/10.17081/psico.20.38.2543>
- Hori, R., & Fujii, M. (2021). Impact of using ict for learning purposes on self-efficacy and persistence: evidence from pisa 2018. *Sustainability (Switzerland)*, 13(11).  
<https://doi.org/10.3390/su13116463>
- Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and Synchronous E-Learning. *Educase Quartely*, 4, 51–55.
- Huang, Y., Richter, E., Kleickmann, T., & Richter, D. (2023). Comparing video and virtual reality as tools for fostering interest and self-efficacy in classroom management: Results of a pre-

registered experiment. *British Journal of Educational Technology*, 54(2), 467–488.  
<https://doi.org/10.1111/bjet.13254>

- Huertas-Bustos, A. P. (2016). *Efecto de un andamiaje metacognitivo para el uso, manejo y búsqueda de información sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y el logro del aprendizaje en el área de la química*. [Tesis doctoral Universidad Pedagógica Nacional].
- Huertas-Bustos, A., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2018). Effect of a Metacognitive Scaffolding on Information Web Search. *Electronic Journal of E-Learning*, 16(2), 91–106. [www.ejel.org](http://www.ejel.org)
- Jackson, S. L., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). Design of guided learner-adaptable scaffolding in interactive learning environments. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 187–194. <https://doi.org/10.1145/274644.274672>
- Jamaluddin, M., Mustaji, M., & Bahri, B. S. (2022). Effect of Blended Learning Models and Self-Efficacy on Mathematical Problem-Solving Ability. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(7), 127–144. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.7.7>
- Jan, S. K. (2015). The relationships between academic self-efficacy, computer self-efficacy, prior experience, and satisfaction with online learning. *American Journal of Distance Education*, 29(1), 30–40. <https://doi.org/10.1080/08923647.2015.994366>
- Joo, Y.-J., Bong, M., & Choi, H.-J. (2000). Self-Efficacy for Self-Regulated Learning, Academic Self-Efficacy, and Internet Self-Efficacy in Web-Based Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 48(2), 5.17.
- Jr, A. A. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: An abbreviated review for educational practitioners. *AACE Journal*, 16, 425–439
- Jumaat, N. F., & Tasir, Z. (2014). *Instructional scaffolding in online learning environment: A meta-analysis. Proceedings - International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering, LATICE 2014*, 74–77. <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2014.22>
- Kadir, M. S., Yeung, A. S., Caleon, I. S., Diallo, T. M. O., Forbes, A., & Koh, W. X. (2023). The effects of load reduction instruction on educational outcomes: An intervention study on hands-on inquiry-based learning in science. *Applied Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1002/acp.4077>
- Koskinen, A., McMullen, J., Ninaus, M., & Kiili, K. (2023). Does the emotional design of scaffolds enhance learning and motivational outcomes in game-based learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 77–93. <https://doi.org/10.1111/jcal.12728>
- Kotova, E. E. (2021). *Management of Cognitive Load in Integrated Educational Environment taking into account the Factor of Visual Uncertainty*. Proceedings of 2021 4th International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2021, 162–166. <https://doi.org/10.1109/CTS53513.2021.9562811>

- Kurtovic, A., Vrdoljak, G., & Idzanovic, A. (2019). Predicting procrastination: The role of academic achievement, self-efficacy and perfectionism. *International Journal of Educational Psychology*, 8(1), 1–26. <https://doi.org/10.17583/ijep.2019.2993>
- Ledneva, T., & Kovalev, A. (2021). Cognitive load measurement during navigation and information retrieval in digital text. *Procedia Computer Science*, 192, 2720–2730. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.042>
- Lee, H.-S., & Songer, N. B. (2004). Expanding an understanding of scaffolding theory using an inquiry-fostering science program. [En prensa], April, 1–66
- Leppink, J., Paas, F., van Gog, T., van der Vleuten, C. P. M., van Merriënboer, J. J. G., Gog, T. Van, Vleuten, C. P. M. Van Der, & Merriënboer, J. J. G. Van. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction*, 30, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.12.001>
- Liu, C. Y., Li, W., Huang, J. Y., Lei, L. Y., & Zhang, P. R. (2023). Collaborative programming based on social shared regulation: An approach to improving students' programming achievements and group metacognition. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12828>
- López-Vargas, O. (2008). *Estilo cognitivo y diseño de ambientes computacionales ponencia*. VII Congreso de informática educativa.
- López-Vargas, O., & Hederich-Martínez, C. C. (2010). *Efecto de un andamiaje para facilitar el aprendizaje autorregulado en ambientes hipermedia*. 58.
- López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Urbe, Á. (2011). Estilo cognitivo y logro académico. Educación y Educadores. *Universidad de La Sabana*, 14(1), 67–82
- López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Urbe, Á. (2012a). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista latinoamericana de Psicología*, 44, 13–26. <http://www.scielo.org.co/pdf/rtps/v44n2/v44n2a02.pdf>
- López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Urbe, Á. (2012b). Logro en matemáticas, autorregulación del aprendizaje y estilo cognitivo. *Suma Psicológica*, 19(2), 39–50.
- López-Vargas, O., & Valencia-Vallejo, N. (2012). Individual Differences in the Development of Self-Efficacy and. *Acta Colombiana de Psicología*, 15(11), 29–41.
- López-Vargas, O., & Triana-Vera, S. (2013). Efecto de un activador computacional de autoeficacia sobre el logro de aprendizaje en estudiantes de diferente estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, 64(1), 225–244. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh145>
- López-Vargas, O. (2014). Diseño de andamiajes computacionales para apoyar la autonomía en el aprendizaje. In Universidad Pedagógica Nacional (Ed.), Cátedra doctoral 3
- López-Vargas, O., Sanabria-Rodríguez, L. B., & Sanabria-Español, M. (2014). Logro de aprendizaje en ambientes computacionales : Autoeficacia , metas y estilo cognitivo. *Psicología Desde Le Caribe*, 31(3), 475–494.

- López-Vargas, O., Ibáñez-Ibáñez, J., & Racines-Prada, O. (2017). Students' Metacognition and Cognitive Style and Their Effect on Cognitive Load and Learning Achievement. In *Educational Technology & Society* (Vol. 20, Issue 3).
- López-Vargas, O., Sanabria-Rodríguez, L., & Buitrago-González, N. (2018). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo sobre la autorregulación y el logro de aprendizaje en un ambiente de aprendizaje combinado. *Tecné Epistemedidaxis*, 44, 33–50.
- López-Vargas, O., Ortiz-Vásquez, J., & Ibáñez-Ibáñez, J. (2020). Autoeficacia y logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en un ambiente m-learning. *Pensamiento Psicológico*, 18(1), 71–85. <https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPS118-1.alae>
- López-Vargas, O., Bermúdez-Martínez, M., & Sanabria-Rodríguez, L. (2022). Autoeficacia y logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en un videojuego. *Revista Colombiana de Educación*, 1(85).
- Mayer, R. (2010). Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*, 44(6), 543–549. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03624>.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1)
- Mertler, C. A., & Vannatta, R. A. (2017). *Advanced and multivariate statistical methods : practical application and interpretation* (Sexta).
- Millonado-Valdez, J., & Datu, J. (2023). Does Facebook intensity matter for academic self-efficacy? A path analytic approach. *Technology Enhanced Learning* (Vol. 18).
- Moos, D., & Azevedo, R. (2009). Self-efficacy and prior domain knowledge: To what extent does monitoring mediate their relationship with hypermedia learning? *Metacognition and Learning*, 4(3), 197–216. <https://doi.org/10.1007/s11409-009-9045-5>
- Mui, C. (2016). The trend and delivery architecture of e-learning system. In *E-Systems for the 21st Century: Concept, Developments, and Applications* (pp. 84–104).
- Multon, K., Brown, S., & Lent, R. W. (1991). Relation of Self-Efficacy Beliefs to Academic Outcomes: A Meta-Analytic Investigation. *Journal of Counseling Psychology*, 38(1), 30–38.
- Murphy, Christine., Coover, D., & Owen, S. (1989). Development and Validation of the Computer Self-Efficacy Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 49(4), 893–899. <https://doi.org/10.1177/001316448904900412>
- Niño-Ramos, M. (2019). *Personalización de un ambiente educativo digital y su efecto sobre el logro de aprendizaje y la percepción en estudiantes de primaria diferenciados por su estilo cognitivo* [Tesis doctoral Universidad Pedagógica Nacional].
- Nong, W., Ye, J. H., Chen, P., & Lee, Y. S. (2023). A study on the blended learning effects on students majoring in preschool education in the post-pandemic era: An example of a

research-method course in a Chinese university. *Frontiers in Psychology*, 13.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.962707>

- Nori, R., Boccia, M., Palmiero, M., & Piccardi, L. (2023). The contribution of field independence in virtual spatial updating. *Current Psychology*, 4567–4576.  
<https://doi.org/10.1007/s12144-021-01788-3/Published>
- Nozari, A., & Siamian, H. (2015). The Relationship between Field Dependent-Independent Cognitive Style and Understanding of English Text Reading and Academic Success. *Materia Socio Medica*, 27(1), 39. <https://doi.org/10.5455/msm.2014.27.39-41>
- Olaz, F. (2001). La Teoría Social Cognitiva de la Autoeficacia. Contribuciones a la Explicación del Comportamiento vocacional. <https://www.uky.edu/~eushe2/Pajares/olaz.pdf>
- Own, C. M., Cai, T., & Hung, C. Y. (2023). Exploring the Potential of Tangible and Multitouch Interfaces to Promote Learning Among Preschool Children. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(1), 66–77. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3170031>
- Pajares, F. (1996). Self-Efficacy Beliefs in Academic Settings Author. *American Educational Research Association*, 66(4), 543–578.
- Pajares, F., & Miller David. (1995). Mathematics Self-Efficacy and Mathematic Performances:The Need for Specificity of Assessment. *Journal of Counseling Psychology*, 42, 190–198.
- Pajares, F., & Miller David. (1995). Mathematics Self-Efficacy and Mathematic Performances:The Need for Specificity of Assessment. *Journal of Counseling Psychology*, 42, 190–198.
- Park, B., Moreno, R., Seufert, T., & Brünken, R. (2011). Does cognitive load moderate the seductive details effect? A multimedia study. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.006>
- Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423–451. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1303\\_6](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1303_6)
- Peechapol, C., Na-Songkhla, J., Sujiva, S., & Luangsodsai, A. (2018). An exploration of factors influencing self-efficacy in online learning: A systematic review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(9), 64–86.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v13i09.8351>
- Pellas, N. (2023). Exploring relationships among students' computational thinking skills, emotions, and cognitive load using simulation games in primary education. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12819>
- Pintrich, P., Smith, D., Garcia, T., & McKeachie, W. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Ann Arbor. Michigan*, 48109(August 2016), 1259. <https://doi.org/ED338122>
- Pituch K. A., Stevens J. P. (2015). Applied multivariate statistics for the social sciences: Analyses with SAS and IBM's SPSS (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Prieto-Navarro, L. (2012). Autoeficacia del profesor universitario (S. A. E. Narcea, Ed.; 1st ed.).

- Prineas, M., Foreword, M. C., Ewell, P., & Cini, M. (2011). *National Institute for Learning Outcomes Assessment | 1 Assessing Learning in Online Education: The Role of Technology in Improving Student Outcomes National Institute for Learning Outcomes Assessment About the Authors.*
- Puzziferro, M. (2008). Online technologies self-efficacy and self-regulated learning as predictors of final grade and satisfaction in college-level online courses. *International Journal of Phytoremediation, 21*(1), 72–89. <https://doi.org/10.1080/08923640802039024>
- Quintero-Manes, R., Vieira, C., & Hernandez-Vargas, N. (2022). Measuring Cognitive Loads while Learning Computational Statistics. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2022-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962606>
- Ratsameemonthon, L., Ho, R., Tuicomepee, A., & Blauw, J. (2018). Influence of achievement goals and academic self-efficacy on academic achievement of Thai undergraduate students: Across non procrastinators and procrastinators. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 16*(45), 243–271. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v16i45.2093>
- Roces, C., & González, M. (1998). Capacidad de autorregulación del proceso de aprendizaje. En Pirámide (Ed.), *Dificultades de aprendizaje escolar.*
- Rodríguez-Guardado, M. del S., & Gaeta-González, M. L. (2020). Perfiles motivacionales, estrategias volitivas y rendimiento académico en ciencias exactas y experimentales de bachillerato. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 18*(51), 207–224.
- Sánchez-Rosas, J. (2013). Búsqueda de Ayuda Académica, Autoeficacia Social Académica y Emociones de Logro en Clase en Estudiantes Universitarios. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento, 5*(1), 35–41. [www.psych.unc.edu.ar/racc](http://www.psych.unc.edu.ar/racc)
- Sawa, H. (1966). Bunseki shikó to sógó shikó [Analytic thinking and synthetic thinking]. *Bulletin of Faculty of Education, Nagasaki University, 13*, 1–16.
- Schimmenti, A., Infanti, A., Badoud, D., Laloyaux, J. y Billieux, J. (2017). Schizotypal personality traits and problematic use of massively-multiplayer online role-playing games (mmorpgs). *Computers in Human Behavior, 74*, 286-293. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.048>
- Schellens, T., & Valcke, M. (2005). Collaborative learning in asynchronous discussion groups: What about the impact on cognitive processing? *Computers in Human Behavior, 21*(6), 957–975. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.025>
- Schunk, D. H. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist, 26*(71–86). <http://www.tandf.co.uk/journals/>
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje : una perspectiva educativa* (Sexta). Pearson Educación.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (1994). Self-regulation in education: retrospect and prospect. *Issues and Educational Applications.*
- Sins, P. H. M., Van-Joolingen, W. R., Savelsbergh, E. R., & Van-Hout-Wolters, B. (2008). Motivation and performance within a collaborative computer-based modeling task: Relations between students' achievement goal orientation, self-efficacy, cognitive

- processing, and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 33(1), 58–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.12.004>
- Solórzano-Restrepo, J., & López-Vargas, O. (2019). Differential effect of a metacognitive scaffolding in a e-Learning environment over cognitive load, learning achievement and metacognitive consciousness. *Suma Psicológica*, 26(1), 37–45.  
<https://doi.org/10.14349/sumapsi.2019.v26.n1.5>
- Song, D., & Glazewski, K. (2023). Scaffolding self-regulated learning in student-generated questioning using mobile phones. *Education and Information Technologies*.  
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-11627-6>
- Stephen, J. S., & Rockinson-Szapkiw, A. J. (2021). A high-impact practice for online students: the use of a first-semester seminar course to promote self-regulation, self-direction, online learning self-efficacy. *Smart Learning Environments*, 8(1).  
<https://doi.org/10.1186/s40561-021-00151-0>
- Sun, J. C. Y., Liu, Y., Lin, X., & Hu, X. (2023). Temporal learning analytics to explore traces of self-regulated learning behaviors and their associations with learning performance, cognitive load, and student engagement in an asynchronous online course. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1096337>
- Suryani, Y., Ningrum, A. R., Hidayah, N., & Dewi, N. R. (2021). The effectiveness of blended learning-based scaffolding strategy assisted by google classroom toward the learning outcomes and students' self-efficacy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012031>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2008). *Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8517-0>
- Teng, M. F., & Ying, Z. (2023). Assessing self-regulated writing strategies, self-efficacy, task complexity, and performance in English academic writing. *Assessing Writing*, 57.  
<https://doi.org/10.1016/j.asw.2023.100728>
- Tinajero, C., Castelo, A., Guisande, A., & Páramo, F. (2011). Adaptive teaching and field dependence-independence Adaptive Teaching and Field Dependence-Independence: Instructional Implications Enseñanza adaptativa y dependencia-independencia de campo: implicaciones instruccionales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 43(3), 497–510
- Trevors, G., Duffy, M., & Azevedo, R. (2014). Note-taking within MetaTutor: interactions between an intelligent tutoring system and prior knowledge on note-taking and learning. *Educational Technology Research and Development*, 62(5), 507–528.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-014-9343-8>
- Triana-Vera, S. (2012). *Autoeficacia, estilo cognitivo y logro académico en ambientes computacionales*. Universidad Pedagógica Nacional.

- Triana-Vera, S., & López-Vargas, O. (2023). Autoeficacia y logro académico en ambientes virtuales de aprendizaje. *Plumilla Educativa Universidad de Manizales*, 31(1), 7–32. <https://orcid.org/0000-0003-2298->
- Tsai, M. J., & Tsai, C. C. (2003). Information searching strategies in Web-based science learning: The role of Internet self-efficacy. *Innovations in Education and Teaching International*, 40(1), 43–50. <https://doi.org/10.1080/1355800032000038822>
- Usher, E., & Pajares, F. (2008). Sources of Self-Efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751–796. <https://doi.org/10.3102/0034654308321456>
- Valdés-Cuervo, Ángel, Cervantes-Arreola, D., Valadez-Sierra, M., & Quintana, J. (2018). Diferencias en autoeficacia académica, bienestar psicológico y motivación al logro en estudiantes universitarios con alto y bajo desempeño académico. *Psicología Desde El Caribe*, 35(1).
- Valencia-Vallejo, N. (2017). *Autoeficacia académica, capacidad metacognitiva, logro de aprendizaje y estilo cognitivo en ambientes e-learning*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional].
- Valencia-Vallejo, N., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2016). Self-Efficacy in Computer-Based Learning Environments: A Bibliometric Analysis. *Psychology*, 7(14), 1839–1857. <https://doi.org/10.4236/psych.2016.714170>
- Valencia-Vallejo, N., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2018). Effect of a motivational scaffolding on e-learning environments: self-efficacy, learning achievement, and cognitive style. *Journal Educators On-Line*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.9743/JEO2018.15.1.5>
- 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 (KM&EL) Knowledge Management & E-Learning*, 11(1), 1–19.
- Wang, P., Hawk, W. B., & Tenopir, C. (2000). Users' interaction with World Wide Web resources: an exploratory study using a holistic approach. *Information Processing and Management*, 36, 229–251.
- Wang, A. Y., & Newlin, M. H. (2002). Predictors of web-student performance: The role of self-efficacy and reasons for taking an on-line class. *Computers in Human Behavior*, 18(2), 151–163. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(01\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(01)00042-5)
- Wecker, C., Kollar, I., Fischer, F., & Precht, H. (2010). *Fostering Online Search Competence and Domain-Specific Knowledge in Inquiry Classrooms: Effects of Continuous and Fading Collaboration Scripts*. <https://doi.org/https://doi.dx.org/10.22318/icles2010.1.810>
- Weller, H., Repman, J., Lan, W., & Rooze, G. (1995). Improving the Effectiveness of Learning Through Hypermedia-Based Instruction: The Importance of Learner Characteristics. *Computers in Human Behavior*, 11(4), 451–465.

- Winter, V., Friend, M., Matthews, M., Love, B., & Vasireddy, S. (2019). *Using Visualization to Reduce the Cognitive Load of Threshold Concepts in Computer Programming*.
- Witkin, H., Moore, C., Goodenough, D., & Cox, P. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1–64.
- Yavuzalp, N., & Bahcivan, E. (2020). The online learning self-efficacy scale: Its adaptation into turkish and interpretation according to various variables. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, 21(1), 31–44.
- Yeh, Y., Ting, Y.-S., & Chiang, J.-L. (2021). Influences of Growth Mindset, Fixed Mindset, Grit, and Self determination on Self efficacy in Game based Creativity Learning. *Educational Technology & Society*, 1(26), 62–78.
- You, J. W. (2018). Testing the three-way interaction effect of academic stress, academic self-efficacy, and task value on persistence in learning among Korean college students. *Higher Education*, 76(5), 921–935. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0255-0>
- Yukselturk, E., & Bulut, S. (2007). Predictors for Student Success in an Online Course. In *Educational Technology & Society* (Vol. 10, Issue 2).
- Zhang, J. H., Meng, B., Zou, L. C., Zhu, Y., & Hwang, G. J. (2021). Progressive flowchart development scaffolding to improve university students' computational thinking and programming self-efficacy. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1943687>
- Zhang, J., & Tian, Y. (2019). The influence of field independent-dependent cognitive styles on students' learning performance under different teaching modes. *ACM International Conference Proceeding Series*, Part F148391, 230–237. <https://doi.org/10.1145/3323771.3323827>
- Zheng, Robert. (2009). *Cognitive effects of multimedia learning*. *Information Science Reference*.
- Zhu, Y. Q., Chen, L. Y., Chen, H. G., & Chern, C. C. (2011). How does Internet information seeking help academic performance? - The moderating and mediating roles of academic self-efficacy. *Computers and Education*, 57(4), 2476–2484. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.006>
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-efficacy and educational development. In A. Bandura (Ed.), *Self-efficacy in Changing Societies* (Tercera). *Cambridge University Press*. <https://www.researchgate.net/publication/247480203>
- Zimmerman, B., & Campillo, M. (2003). Motivating Self-Regulated Problem Solvers. *The Psychology of Problem Solving*, 233–262. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511615771.009>
- Zimmerman, W., & Kulikowich, J. (2016). Online Learning Self-Efficacy in Students With and Without Online Learning Experience. *American Journal of Distance Education*, 30(3), 180–191. <https://doi.org/10.1080/08923647.2016.1193801>

Zimmerman, W. (2017). Predicting Success in an Online Course using Expectancies, Values, and Typical Mode of Instruction. *International Journal of E-Learning & Distance Education*, 32(1), 2–20.

# ANEXOS

## ANEXO 1. PRUEBA DE FIGURAS ENMASCARADAS EFT



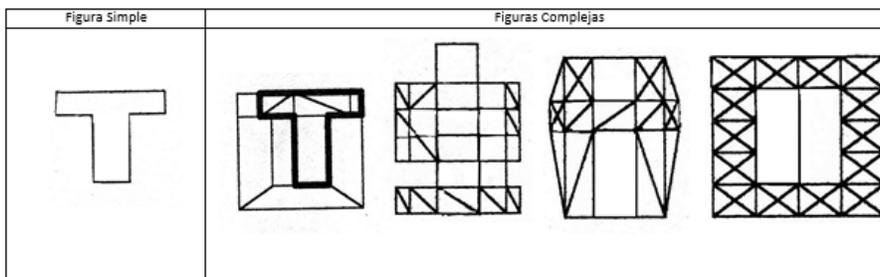
DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN.  
**Universidad Pedagógica Nacional**  
 Educadora de Educadores

### Prueba de figuras enmascaradas

Colegio \_\_\_\_\_ Grado \_\_\_\_\_ Estrato \_\_\_\_\_ Puntaje \_\_\_\_\_/50  
 Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ años

Instrucción:

Esta prueba consiste en encontrar y trazar, lo más rápidamente posible, figuras simples en figuras complejas. Observe el siguiente ejemplo:

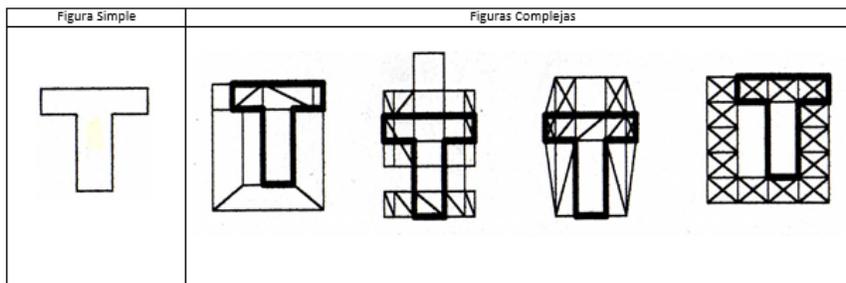


Note que la figura simple ya está trazada dentro de la primera figura compleja. Esta figura simple es exactamente igual y está en la misma dirección que cuando aparece sola.

2

Ahora encuentre y trace con rapidez la figura simple dentro de las otras figuras complejas. Tenga cuidado, Marque Todas las caras de la figura. No la rellene, solo trace su **CONTORNO**, sin girarla o cambiarle el tamaño.

Esta es la solución con la figura simple trazada en todas las figuras complejas:



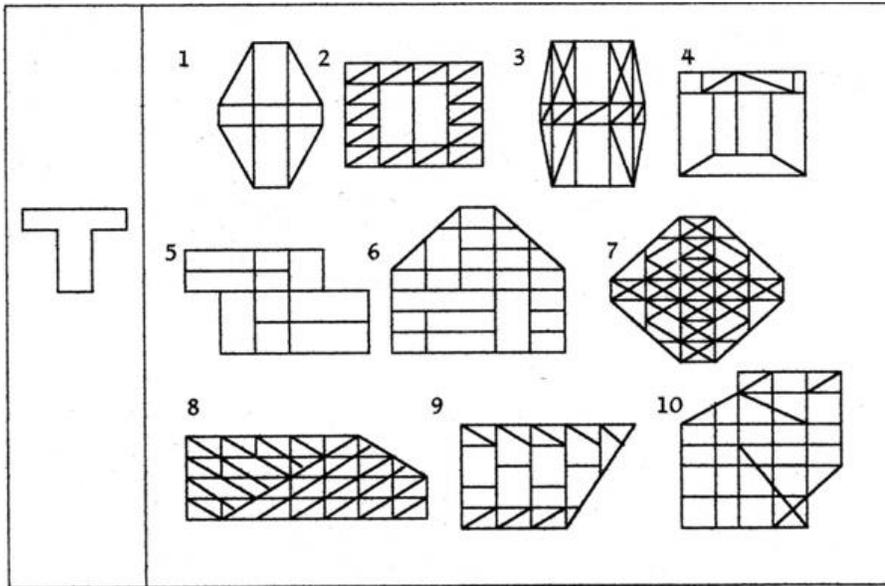
En las páginas siguientes aparecerán problemas parecidos al anterior. En cada página usted encontrará una figura simple a la izquierda y una serie de (10) figuras complejas a la derecha.

**EN CADA UNA DE LAS FIGURAS COMPLEJAS USTED DEBE ENCONTRAR Y TRAZAR LA FIGURA SIMPLE DE LA IZQUIERDA.**

Recuerde lo siguiente:

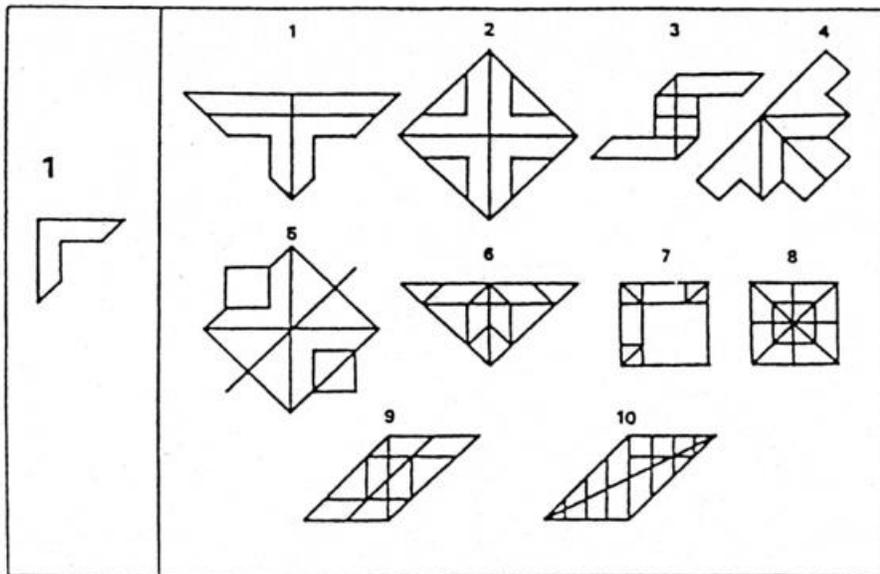
1. Puede haber más de una respuesta correcta. Trace solamente **UNA** forma simple sobre cada figura compleja.
2. La figura simple **SIEMPRE** está presente en la compleja; es el mismo tamaño, tiene las mismas proporciones y sus caras están en la misma dirección
3. Trate de hacer cada ejercicio siguiendo el orden de las figuras complejas
4. Recuerde que debe trazar todas las líneas de la figura simple. **NO LA RELLENE.**
5. Trabaje lo más rápidamente posible, tiene un tiempo limitado por cada ejercicio.

No de vuelta a la página hasta que no se lo indique.



No de vuelta a la página hasta que no se le Indique.

4



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

No de vuelta a la página hasta que no se le Indique.

2

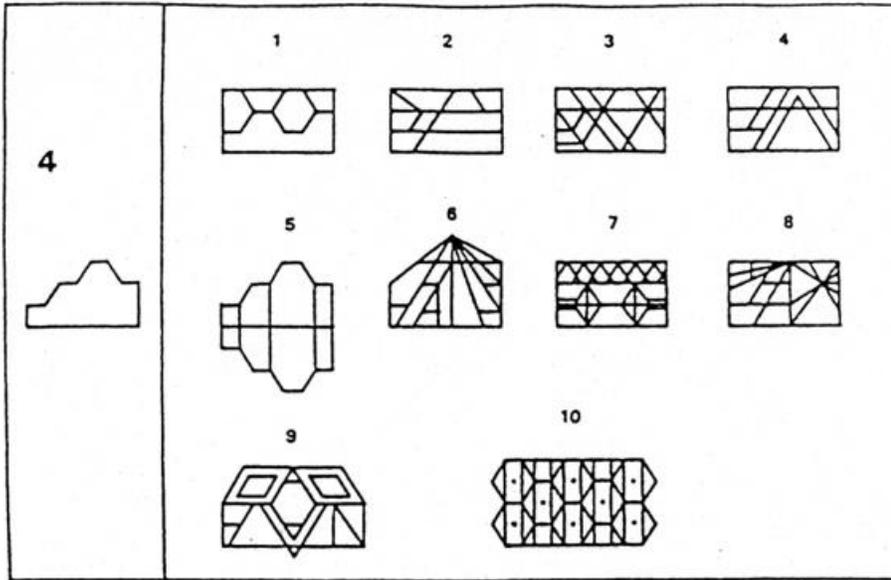
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No de vuelta a la página hasta que no se le indique.

3

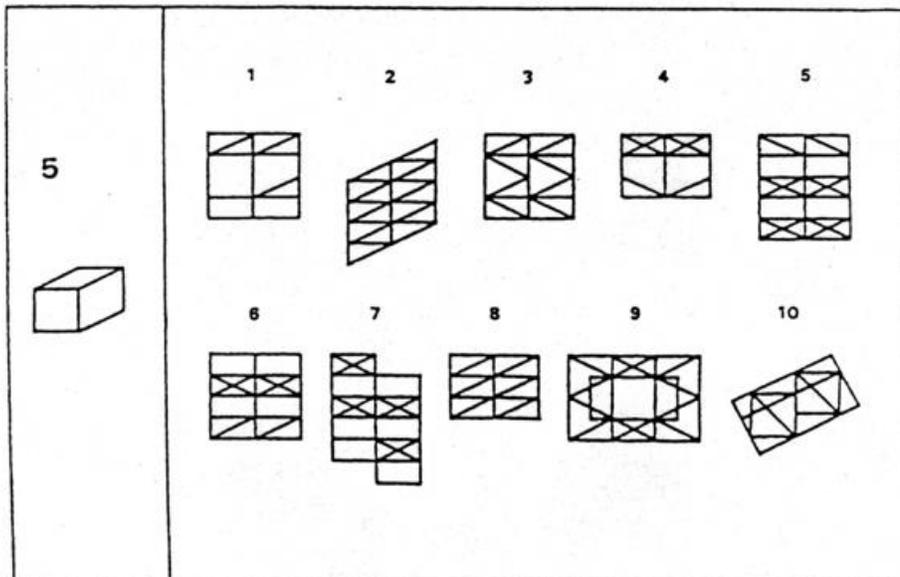
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No de vuelta a la página hasta que no se le indique.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No de vuelta a la página hasta que no se le indique.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

No de vuelta a la página hasta que no se le indique.

## ANEXO 2. HIPERVÍNCULO PARA INGRESAR A INSTRUMENTOS

Instrumento	Variable que mide	Hipervínculo
Motivated Strategies for Learning Questionnaire	Autoeficacia académica	<a href="https://forms.gle/RUEiSzmJ16FTk8M9">https://forms.gle/RUEiSzmJ16FTk8M9</a>
The Online Learning Self-Efficacy Scale - OLSSES	Autoeficacia para aprendizaje en línea	<a href="https://forms.gle/K1izVyUoDNnWPw2K9">https://forms.gle/K1izVyUoDNnWPw2K9</a>
Leppink, Paas, Van Gog, Van der Vleuten y Van Merriënboer	Carga cognitiva	<a href="https://forms.gle/iBvfFpXezZQya2PQ9">https://forms.gle/iBvfFpXezZQya2PQ9</a>

### Motivated Strategies for Learning Questionnaire

*Responda las siguientes afirmaciones basado en su experiencia con respecto a la asignatura de electrónica. Si usted piensa que está absolutamente de acuerdo con la afirmación marque 7; si está completamente en desacuerdo con la afirmación marque 1. Si la afirmación es más o menos verdadera marque un número entre 2 y 6, el cual exprese su grado de conformidad, de acuerdo con la tabla (Marque con una X la alternativa que elija). Le agradecemos su tiempo y colaboración.*

1	2	3	4	5	6	7
<b>Muy en desacuerdo</b>						<b>Muy de acuerdo</b>

1	<i>Creo que obtendré una buena nota en electrónica</i>	1	2	3	4	5	6	7
2.	<i>Estoy seguro de entender los contenidos más difíciles de electrónica, si presto la debida atención</i>	1	2	3	4	5	6	7

3.	<i>Estoy seguro que puedo aprender los conceptos básicos que me enseñen en electrónica</i>	1	2	3	4	5	6	7
4.	<i>Estoy seguro de poder entender los temas más complejos que presente la profesora en electrónica.</i>	1	2	3	4	5	6	7
5.	<i>Estoy seguro que puedo obtener una calificación excelente en los trabajos y evaluaciones de electrónica</i>	1	2	3	4	5	6	7
6.	<i>Espero hacer las cosas bien en electrónica</i>	1	2	3	4	5	6	7
7.	<i>Estoy seguro que puedo dominar las habilidades enseñadas en electrónica</i>	1	2	3	4	5	6	7
8.	<i>Pienso que me irá bien, si tengo en cuenta la dificultad de electrónica, mis habilidades y la forma de enseñar del profesor (a)</i>	1	2	3	4	5	6	7

#### The Online Learning Self-Efficacy Scale -OLSES

*Lea con atención cada afirmación y responda de acuerdo con su experiencia en aulas virtuales, si usted piensa que siempre ejecuta la acción marque 7; si nunca realiza la acción marque 1, de lo contrario marque un número entre 2 y 6 que exprese su grado de conformidad, tenga en cuenta la escala de evaluación que se muestra en la siguiente tabla.*

*Recuerde, los datos recolectados serán usados única y exclusivamente con fines investigativos, no se hará mención a nombres ni casos particulares, el instrumento cuenta con 35 preguntas sencillas fuera de los datos personales, no hay respuestas buenas ni malas, de su sinceridad depende la veracidad de los resultados obtenidos, finalmente agradecemos su tiempo y colaboración.*

Nombre \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Nunca</b>	<b>Casi</b>	<b>Pocas</b>	<b>Ocasionalmente</b>	<b>Algunas</b>	<b>Casi</b>	<b>Siempre</b>

	<b>nunca</b>	<b>veces</b>		<b>veces</b>	<b>siempre</b>	
--	--------------	--------------	--	--------------	----------------	--

1	<i>Consulta de manera eficiente a todo el material dispuesto en el curso virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7
2.	<i>Localiza el contenido programático del curso virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7
3.	<i>Se comunica eficientemente con el profesor empleando el correo electrónico</i>	1	2	3	4	5	6	7
4.	<i>Se comunica eficientemente con la mesa de ayuda a través del correo electrónico, teléfono o a través del chat.</i>	1	2	3	4	5	6	7
5.	<i>Envía las tareas a través de la plataforma virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7
6.	<i>Supera dificultades técnicas por su propia cuenta</i>	1	2	3	4	5	6	7
7.	<i>Consulta el libro de calificaciones en línea</i>	1	2	3	4	5	6	7
8.	<i>Gestiona el tiempo efectivamente</i>	1	2	3	4	5	6	7
9.	<i>Termina las tareas a tiempo</i>	1	2	3	4	5	6	7
10.	<i>Se adapta de manera eficiente a nuevos tipos de tecnologías</i>	1	2	3	4	5	6	7
11.	<i>Aprende sin compañía de un profesor en el aula virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7
12.	<i>Aprende sin compañía de otros estudiantes en el aula virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7
13.	<i>Consulta en internet con el fin de responder preguntas relacionadas con el curso.</i>	1	2	3	4	5	6	7
14.	<i>Rastrea material de estudio en un curso en línea</i>	1	2	3	4	5	6	7
15.	<i>Se comunica usando tecnologías asincrónicas como foros, correo electrónico, etc.</i>	1	2	3	4	5	6	7
16.	<i>Cumple con los plazos de entrega, sin necesidad de</i>	1	2	3	4	5	6	7

	<i>hacer uso frecuente de notificaciones</i>								
17.	<i>Finaliza tareas grupales completamente de forma virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7	
18.	<i>Utiliza tecnologías sincrónicas para comunicarse con otros (como zoom o meet)</i>	1	2	3	4	5	6	7	
19.	<i>Se concentra en el trabajo escolar aun en presencia de distractores</i>	1	2	3	4	5	6	7	
20.	<i>Organiza y sigue un plan para completar todo el trabajo requerido a tiempo</i>	1	2	3	4	5	6	7	
21.	<i>Utiliza de forma eficiente los recursos de la biblioteca virtual</i>	1	2	3	4	5	6	7	
22.	<i>Cuando aparece una dificultad, pregunta inmediatamente en el foro apropiado (correo electrónico, foro de discusión, etc.)</i>	1	2	3	4	5	6	7	

Leppink, Paas, Van Gog, Van der Vleuten y Van Merriënboer

*Las siguientes 13 preguntas se refieren a la actividad que acaba de terminar. Por favor tómele su tiempo para leerlas cuidadosamente y responda a cada una de las preguntas en la escala presentada de 0 a 10, en la que '0' indica que se está completamente en desacuerdo y '10' indica que se está completamente de acuerdo.*

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Completamente en desacuerdo</b>										<b>Completamente de acuerdo</b>

1	<i>Consulta de manera eficiente a todo el material dispuesto en el curso virtual</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.	<i>Localiza el contenido programático del curso virtual</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	<i>Se comunica eficientemente con el profesor empleando el correo electrónico</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	<i>Se comunica eficientemente con la mesa de ayuda a través del correo electrónico, teléfono o a través del chat.</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	<i>Envía las tareas a través de la plataforma virtual</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	<i>Supera dificultades técnicas por su propia cuenta</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	<i>Consulta el libro de calificaciones en línea</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	<i>Gestiona el tiempo efectivamente</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	<i>Termina las tareas a tiempo</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.	<i>Se adapta de manera eficiente a nuevos tipos de tecnologías</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	<i>Aprende sin compañía de un profesor en el aula virtual</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	<i>Aprende sin compañía de otros estudiantes en el aula virtual</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	<i>Consulta en internet con el fin de responder preguntas relacionadas con el curso.</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## ANEXO 3. MANUAL PARA INGRESO A ARDUPROGRAM

### Requisitos mínimos de Hardware para instala Arduprogram

Procesador Core i3

Memoria RAM 4GB

GPU 128MB

### Proceso de instalación e ingreso

1. Por favor ingrese [aquí](#) , encontrará una carpeta comprimida, por favor descárguela.
2. Descomprima la carpeta y busque en ella la aplicación, en la siguiente imagen está señalada con una línea azul.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
ArduprogramAPP	25/09/2022 10:11 p. m.	Carpeta de archivos	
Engine	25/09/2022 10:11 p. m.	Carpeta de archivos	
ArduprogramAPP - Acceso directo	4/10/2022 8:43 a. m.	Acceso directo	3 KB
ArduprogramAPP	25/09/2022 10:11 p. m.	Aplicación	142 KB
Manifest_NonUFSFiles_Win64	25/09/2022 10:11 p. m.	Documento de te...	9 KB

3. El programa mostrará la interfaz de ingreso

### Interfaz de ingreso



4. Regístrese con uno de los usuarios de la siguiente tabla según el escenario experimental que desee observar

Lista Usuarios y clave de ingreso

<b>TIPO DE ANDAMIO</b>	<b>ACTIVADOR</b>	<b>ESTILO COGNITIVO</b>	<b>USUARIO</b>	<b>CLAVE</b>
Fijo	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	UsuarioFVS	123
		Con tendencia a la independencia de campo	UsuarioFVI	123
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	UsuarioFI	123
		Con tendencia a la independencia de campo		
Desvanecimiento a voluntad del estudiante	Variable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	UsuarioDVS	123
		Con tendencia a la independencia de campo	UsuarioDVI	123
	Invariable	Con tendencia a la sensibilidad al medio	UsuarioDI	123
		Con tendencia a la independencia de campo		

5. Espere a conectar con la base de datos alojada en la nube, mientras eso sucede aparecerá una interfaz de espera

*Interfaz de espera*



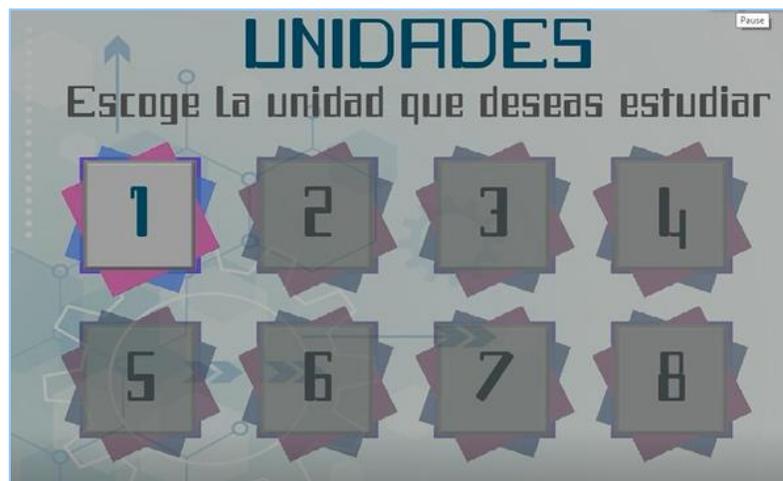
6. El software le mostrará una interfaz de bienvenida que contiene un video introductorio al software, cuando esté listo, puede continuar a la siguiente interfaz  
*Interfaz de Bienvenida*



Nota: Si desea observar los videos tutoriales antes de ingresar a la plataforma puede descargarlos aquí

7. Elija el número de la unidad que desea abordar y navegue según el escenario que haya elegido

*Interfaz Unidades de estudio*



**ANEXO 4. CONSENTIMIENTOS INFORMADOS**



Universidad Pedagógica Nacional



Institución Educativa Manuela Beltrán

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PADRES O ACUDIENTES DE ESTUDIANTES

Yo \_\_\_\_\_ mayor de edad, [ ] madre, [ ] padre, [ ] acudiente o [ ] representante legal del estudiante \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ años de edad, he sido informado acerca de la investigación que se lleva a cabo con los estudiantes de grado décimo de la I.E. Manuela Beltrán sobre carga cognitiva, autoeficacia, estilos cognitivos y logro de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje.

Luego de haber sido informado(s) sobre las condiciones de la participación de mi hijo(a) en el estudio, resuelto todas las inquietudes y comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad, entiendo que • La participación de mi hijo(a) en el estudio no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación. • No habrá ninguna sanción para mi hijo(a) en caso de que no autorice su participación. • La identidad de mi hijo(a) no será publicada, se utilizarán únicamente para los propósitos del estudio sobre carga cognitiva, autoeficacia, estilos cognitivos y logro de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO       NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

para la participación de mi hijo (a) en el estudio estilos y patrones de aprendizaje en las instalaciones de la Institución Educativa donde estudia.

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Firma de padre, madre o representante legal \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_



Universidad Pedagógica Nacional



Institución Educativa Manuela Beltrán

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ años, identificado con cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_

Manifiesto que he sido informado acerca del objetivo y la metodología de la investigación en que participaré como estudiante de grado décimo de la I. E. Manuela Beltrán sobre carga cognitiva, autoeficacia, estilos cognitivos y logro de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje. Que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto y que he recibido información suficiente sobre el mismo.

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mi proceso académico.

Presto libremente mi conformidad para participar en el Proyecto de Investigación en cuestión.

Mi participación no generará ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por mi participación

Mi identidad no será publicada, se utilizarán únicamente para los propósitos del estudio sobre carga cognitiva, autoeficacia, estilos cognitivos y logro de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO       NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_

## ANEXO 5. TEST DE BONFERRONI

### Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Tipos de Andamiajes

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.a	95% de intervalo de confianza para diferencia	
						Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	-0,15	0,08	0,08	-0,31	0,02
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	0,15	0,08	0,08	-0,02	0,31
Autoeficacia académica final	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	0,01	0,10	0,91	-0,19	0,21
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	-0,01	0,10	0,91	-0,21	0,19
Aut Aprendizaje final	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	0,09	0,15	0,53	-0,20	0,38
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	-0,09	0,15	0,53	-0,38	0,20
Aut Gestión Tiempo final	Fijo	Desvanecido a voluntad del	0,28	0,17	0,10	-0,05	0,61

		estudiante					
Aut Uso Tecnología final	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	-0,28	0,17	0,10	-0,61	0,05
	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	0,10	0,15	0,50	-0,20	0,40
CC Intrínseca Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	-0,10	0,15	0,50	-0,40	0,20
	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	-0,12	0,23	0,61	-0,58	0,34
CC Extrínseca Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	0,12	0,23	0,61	-0,34	0,58
	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	-0,12	0,24	0,60	-0,59	0,34
CC Germánica Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	0,12	0,24	0,60	-0,34	0,59
	Fijo	Desvanecido a voluntad del estudiante	-0,13	0,18	0,46	-0,49	0,22
CC Germánica Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Fijo	0,13	0,18	0,46	-0,22	0,49

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

**Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable independiente Activadores Motivacionales**

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
						Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Variables	Invariables	,182*	0,08	0,03	0,02	0,34
	Invariables	Variables	-,182*	0,08	0,03	-0,34	-0,02
Autoeficacia académica final	Variables	Invariables	,420*	0,10	0,00	0,22	0,62
	Invariables	Variables	-,420*	0,10	0,00	-0,62	-0,22
Aut Aprendizaje final	Variables	Invariables	,624*	0,15	0,00	0,33	0,92
	Invariables	Variables	-,624*	0,15	0,00	-0,92	-0,33
Aut Gestión Tiempo final	Variables	Invariables	0,01	0,17	0,95	-0,32	0,34
	Invariables	Variables	-0,01	0,17	0,95	-0,34	0,32
Aut Uso Tecnología final	Variables	Invariables	0,04	0,15	0,78	-0,26	0,34
	Invariables	Variables	-0,04	0,15	0,78	-0,34	0,26
CC Intrínseca Total	Variables	Invariables	-0,03	0,23	0,88	-0,49	0,42
	Invariables	Variables	0,03	0,23	0,88	-0,42	0,49
CC Extrínseca Total	Variables	Invariables	0,29	0,24	0,23	-0,18	0,75
	Invariables	Variables	-0,29	0,24	0,23	-0,75	0,18
CC Germánica Total	Variables	Invariables	,361*	0,18	0,05	0,00	0,72
	Invariables	Variables	-,361*	0,18	0,05	-0,72	0,00

Se basa en medias marginales estimadas

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

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

**Test de Bonferroni. Comparación por parejas en la variable asociada Estilo cognitivo**

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
						Límite inferior	Límite superior

Logro Final	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	-0,06	0,09	0,50	-0,25	0,12
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	0,06	0,09	0,50	-0,12	0,25
Autoeficacia académica final	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	-,262*	0,11	0,02	-0,48	-0,04
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	,262*	0,11	0,02	0,04	0,48
Aut Aprendizaje final	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	-0,07	0,17	0,69	-0,40	0,26
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	0,07	0,17	0,69	-0,26	0,40
Aut Gestión Tiempo final	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	-0,32	0,19	0,10	-0,69	0,06
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	0,32	0,19	0,10	-0,06	0,69
Aut Uso Tecnología final	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	-0,31	0,17	0,07	-0,65	0,03
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	0,31	0,17	0,07	-0,03	0,65
CC Intrínseca Total	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	,613*	0,26	0,02	0,10	1,13
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	-,613*	0,26	0,02	-1,13	-0,10
CC Extrínseca Total	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	Con tendencia a Independientes	0,11	0,27	0,68	-0,42	0,64
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad	-0,11	0,27	0,68	-0,64	0,42
CC	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Independientes	-0,02	0,20	0,92	-0,42	0,38

Germánica Total	a Sensibilidad	a						
	Con tendencia a Independientes	Con tendencia a Sensibilidad Independientes	0,02	0,20	0,92	-0,38	0,42	

Se basa en medias marginales estimadas

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

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

**Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje \* activador motivacional**

Variable dependiente	Tipo de Andamiaje	(I) Activador Motivacional	(J) Activador Motivacional	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. b	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
							Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Fijo	Variables	Invariables	-0,04	0,11	0,73	-0,25	0,17
		Invariables	Variables	0,04	0,11	0,73	-0,17	0,25
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	,401*	0,12	0,00	0,16	0,64
		Invariables	Variables	-,401*	0,12	0,00	-0,64	-0,16
Autoeficacia académica final	Fijo	Variables	Invariables	0,24	0,13	0,06	-0,01	0,50
		Invariables	Variables	-0,24	0,13	0,06	-0,50	0,01
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	,599*	0,15	0,00	0,31	0,89
		Invariables	Variables	-,599*	0,15	0,00	-0,89	-0,31

Aut Aprendizaje final	Fijo	Variables	Invariables	,414*	0,19	0,03	0,04	0,79
		Invariables	Variables	-,414*	0,19	0,03	-0,79	-0,04
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	,834*	0,22	0,00	0,41	1,26
		Invariables	Variables	-,834*	0,22	0,00	-1,26	-0,41
Aut Gestión Tiempo final	Fijo	Variables	Invariables	-0,05	0,22	0,81	-0,48	0,38
		Invariables	Variables	0,05	0,22	0,81	-0,38	0,48
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	0,07	0,25	0,76	-0,41	0,56
		Invariables	Variables	-0,07	0,25	0,76	-0,56	0,41
Aut Uso Tecnología final	Fijo	Variables	Invariables	0,02	0,20	0,94	-0,37	0,40
		Invariables	Variables	-0,02	0,20	0,94	-0,40	0,37
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	0,07	0,22	0,75	-0,37	0,51
		Invariables	Variables	-0,07	0,22	0,75	-0,51	0,37
CC Intrínseca Total	Fijo	Variables	Invariables	-0,14	0,30	0,64	-0,74	0,45
		Invariables	Variables	0,14	0,30	0,64	-0,45	0,74
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	0,07	0,34	0,83	-0,60	0,75
		Invariables	Variables	-0,07	0,34	0,83	-0,75	0,60
CC Extrínseca Total	Fijo	Variables	Invariables	0,46	0,31	0,13	-0,14	1,07
		Invariables	Variables	-0,46	0,31	0,13	-1,07	0,14
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	0,11	0,35	0,76	-0,58	0,79
		Invariables	Variables	-0,11	0,35	0,76	-0,79	0,58

		del estudiante		6				
CC Germánica Total	Fijo	Variables	Invariables	0,09	0,23	0,69	-0,37	0,56
		Invariables	Variables	-0,09	0,23	0,69	-0,56	0,37
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Invariables	,629*	0,26	0,02	0,11	1,15
		Invariables	Variables	-,629*	0,26	0,02	-1,15	-0,11

Se basa en medias marginales estimadas

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

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

**Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje \*  
Estilo cognitivo**

Variable dependiente	Tipo de Andamiaje	(I) Estilo cognitivo	(J) Estilo cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
							Límite inferior	Límite superior
Logro Final	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independientes	-0,050	0,116	0,666	-0,279	0,179
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,050	0,116	0,666	-0,179	0,279
	Desvanecido a voluntad del	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,074	0,125	0,556	-0,321	0,174

	estudiante	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,074	0,12 5	0,55 6	- 0,174	0,321
		Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,218	0,14 0	0,12 3	- 0,496	0,060
Autoeficacia académica final	Fijo	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,218	0,14 0	0,12 3	- 0,060	0,496
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-,306*	0,15 2	0,04 6	- 0,606	-0,006
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	,306*	0,15 2	0,04 6	0,006	0,606
	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-,426*	0,20 8	0,04 2	- 0,837	-0,015
Aut Aprendizaje final	Fijo	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	,426*	0,20 8	0,04 2	0,015	0,837
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	0,293	0,22 4	0,19 4	- 0,151	0,736
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-0,293	0,22 4	0,19 4	- 0,736	0,151
	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,138	0,23 7	0,56 2	- 0,606	0,331
Aut Gestión Tiempo final	Fijo	Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,138	0,23 7	0,56 2	- 0,331	0,606

cia

	Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,496	0,256	0,054	-1,002	0,009
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,496	0,256	0,054	-0,009	1,002
	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,395	0,213	0,065	-0,816	0,025
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,395	0,213	0,065	-0,025	0,816
Aut Uso Tecnología final	Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,225	0,230	0,329	-0,679	0,229
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,225	0,230	0,329	-0,229	0,679
	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	,661*	0,328	0,046	0,013	1,309
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-,661*	0,328	0,046	-1,309	-0,013
CC Intrínseca Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	0,566	0,354	0,112	-0,134	1,265
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-0,566	0,354	0,112	-1,265	0,134

CC Extrínseca Total	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,043	0,33 3	0,89 8	- 0,701	0,615
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,043	0,33 3	0,89 8	- 0,615	0,701
	Desvaneci do a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	0,262	0,35 9	0,46 7	- 0,449	0,973
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-0,262	0,35 9	0,46 7	- 0,973	0,449
CC Germánica Total	Fijo	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	0,074	0,25 5	0,77 2	- 0,430	0,579
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	-0,074	0,25 5	0,77 2	- 0,579	0,430
	Desvaneci do a voluntad del estudiante	Con tendencia a Sensibilidad	Con tendencia a Independencia	-0,117	0,27 5	0,67 1	- 0,662	0,428
		Con tendencia a Independencia	Con tendencia a Sensibilidad	0,117	0,27 5	0,67 1	- 0,428	0,662

**Test de Bonferroni. Comparación por parejas interacción entre tipo de andamiaje \*  
Estilo cognitivo**

Variable dependiente	Tipo de Andamiaje	Activador motivacional	Estilo cognitivo	Mediana	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior

Logro Final	Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	3,61	0,10	3,41	3,80
			Con tendencia a Independencia	3,79	0,09	3,60	3,98
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	3,78	0,13	3,53	4,03
			Con tendencia a Independencia	3,70	0,10	3,49	3,90
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad	3,98	0,12	3,74	4,22
			Con tendencia a Independencia	4,15	0,12	3,90	4,39
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	3,67	0,10	3,47	3,87
			Con tendencia a Independencia	3,66	0,14	3,39	3,92
Autoeficacia académica final	Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,83	0,12	5,59	6,06
			Con tendencia a Independencia	6,22	0,11	5,99	6,44
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,76	0,15	5,45	6,06
	Con tendencia a Independencia		5,80	0,13	5,56	6,05	
	Desvanecido a voluntad	Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,95	0,15	5,66	6,24

	del estudiante		Con tendencia a Independencia	6,43	0,15	6,13	6,73	
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,53	0,12	5,28	5,77	
			Con tendencia a Independencia	5,65	0,16	5,33	5,98	
Aut Aprendizaje final	Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,24	0,18	4,89	5,58	
			Con tendencia a Independencia	5,42	0,17	5,08	5,75	
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	4,58	0,23	4,13	5,03	
			Con tendencia a Independencia	5,25	0,18	4,88	5,61	
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,35	0,22	4,92	5,78	
			Con tendencia a Independencia	5,54	0,22	5,10	5,98	
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,00	0,18	4,64	5,36	
			Con tendencia a Independencia	4,22	0,24	3,74	4,70	
	Aut Gestión Tiempo final	Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,39	0,20	4,99	5,79
				Con tendencia a Independencia	5,38	0,19	5,00	5,76

		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,30	0,26	4,78	5,81
		Invariables	Con tendencia a Independencia	5,58	0,21	5,16	6,00
		Variables	Con tendencia a sensibilidad	4,81	0,25	4,32	5,30
		Variables	Con tendencia a Independencia	5,52	0,25	5,02	6,03
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Invariables	Con tendencia a sensibilidad	4,95	0,21	4,54	5,36
		Invariables	Con tendencia a Independencia	5,24	0,28	4,69	5,78
		Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,34	0,18	4,99	5,70
		Variables	Con tendencia a Independencia	5,52	0,17	5,18	5,86
	Fijo	Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,11	0,23	4,65	5,57
		Invariables	Con tendencia a Independencia	5,72	0,19	5,35	6,10
		Variables	Con tendencia a sensibilidad	5,10	0,22	4,66	5,54
		Variables	Con tendencia a Independencia	5,62	0,23	5,16	6,07
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Invariables	Con tendencia a sensibilidad	5,32	0,19	4,95	5,69

Aut Uso  
Tecnología  
final

			Con tendencia a Independencia	5,25	0,25	4,76	5,74
			Con tendencia a sensibilidad	6,13	0,28	5,58	6,68
		Variables	Con tendencia a Independencia	5,64	0,27	5,11	6,17
	Fijo		Con tendencia a sensibilidad	6,44	0,36	5,73	7,15
		Invariables	Con tendencia a Independencia	5,61	0,29	5,03	6,19
CC Intrínseca Total			Con tendencia a sensibilidad	6,17	0,34	5,49	6,85
		Variables	Con tendencia a Independencia	6,05	0,35	5,35	6,74
	Desvanecido a voluntad del estudiante		Con tendencia a sensibilidad	6,54	0,29	5,97	7,10
		Invariables	Con tendencia a Independencia	5,54	0,38	4,78	6,29
			Con tendencia a sensibilidad	3,67	0,28	3,11	4,22
		Variables	Con tendencia a Independencia	3,72	0,27	3,18	4,26
CC Extrínseca Total	Fijo		Con tendencia a sensibilidad	3,21	0,36	2,49	3,93
		Invariables	Con tendencia a Independencia	3,25	0,30	2,66	3,83

CC Germánica Total	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad	3,72	0,35	3,04	4,41
			Con tendencia a Independencia	3,55	0,36	2,84	4,26
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	3,70	0,29	3,13	4,28
			Con tendencia a Independencia	3,36	0,39	2,59	4,12
	Fijo	Variables	Con tendencia a sensibilidad	7,74	0,22	7,32	8,17
			Con tendencia a Independencia	7,47	0,21	7,06	7,88
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	7,45	0,28	6,90	8,00
			Con tendencia a Independencia	7,58	0,23	7,13	8,03
	Desvanecido a voluntad del estudiante	Variables	Con tendencia a sensibilidad	7,87	0,27	7,34	8,40
			Con tendencia a Independencia	8,14	0,27	7,60	8,68
		Invariables	Con tendencia a sensibilidad	7,40	0,22	6,95	7,83
			Con tendencia a Independencia	7,36	0,30	6,77	7,95

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Logro previo = 3,1451, Autoeficacia académica = 4,9267, Aut Aprendizaje previo = 4,6208, Aut Gestión Tiempo previo = 4,4558, Aut Uso Tecnología previo = 4,4821.