

Serie Digital



# AMBIENTES EDUCATIVOS DIGITALES PERSONALIZADOS

Logro de aprendizaje y percepción en estudiantes diferenciados por su estilo cognitivo



**Marisol Niño Ramos**

Docente



Serie Digital

**INCENTIVA**  
**AESTRAS**



### ***Dedicatoria***

*A mi esposo Cristian por su incondicional apoyo, colaboración y motivación.*

*A mi madre Martha y a mi padre Arnulfo por el ánimo y fortaleza en la realización de diferentes proyectos profesionales.*

*A mis hermanos Omar, Natalia y Alejandra por su compañía en diferentes momentos de vida.*

## **Ambientes Educativos Digitales Personalizados:**

**Logro de aprendizaje y percepción  
en estudiantes diferenciados por su  
estilo cognitivo**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ  
EDUCACIÓN

**Ambientes Educativos Digitales Personalizados:  
Logro de aprendizaje y percepción en estudiantes  
diferenciados por su estilo cognitivo**  
Programa Incentiva 2020

Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP

© Autora

Marisol Niño Ramos

Alcaldesa Mayor      ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ  
Claudia Nayibe López Hernández

Secretaria de Educación del Distrito Capital      SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO, SED  
Marisol Niño Ramos

Director General      © IDEP  
Alexander Rubio Álvarez  
Subdirectora Académica      Mary Simpson Vargas  
Asesores de Dirección      Ruth Amanda Cortés Salcedo  
Oscar Alexander Ballén Cifuentes  
Luis Miguel Bermúdez Gutiérrez

Edición y adecuación      Mónica Lucía Suárez Beltrán  
Diseño y diagramación      Pablo Andrés Bermúdez Robayo

Publicación resultado del programa INCENTIVA, una apuesta para generar un sistema de estímulos y reconocimientos a docentes investigadores e innovadores

ISBN      978-958-5584-96-9  
Primera Edición      Año 2021

Este libro se podrá reproducir y/o traducir siempre que se indique la fuente y no se utilice con fines lucrativos, previa autorización escrita del IDEP. Los artículos publicados, así como todo el material gráfico que en estos aparecen, fueron aportados y autorizados por los autores. Las opiniones son responsabilidad de los autores.

**Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP**  
Avenida calle 26 No. 69D – 91, oficinas 805 y 806 Torre Peatonal – Centro Empresarial Teléfono  
+57 (601) 263 06 03 - Teléfono móvil (314)4889979. [www.idep.edu.co](http://www.idep.edu.co) – [idep@idep.edu.co](mailto:idep@idep.edu.co)

Bogotá, D.C. – Colombia  
Año 2021

## Agradecimientos

Durante el desarrollo de este trabajo investigativo diversas personas han colaborado en su realización, por tanto quiero expresar mis agradecimientos:

A mi directora de tesis *Ángela Camargo* por su asesoría, dedicación, colaboración, retroalimentación oportuna, aportes, sugerencias, motivación y su valiosa orientación en el desarrollo de la tesis doctoral, durante estos años. Al profesor *Christian Hederich* por su asesoría, orientación y valiosos aportes en el desarrollo de este estudio. A la profesora *Begoña Gros* por su apoyo en la realización de la pasantía doctoral en la Universidad de Barcelona, además por su colaboración y orientación en diferentes etapas de este proceso. A la profesora *Ange Danielle Baumgartner* por su retroalimentación y aportes en los procesos evaluativos. Al profesor *Jordi Adell* por la entrevista concedida durante la pasantía.

A los profesores del doctorado por los conocimientos brindados. Con especial reconocimiento a los profesores: *Pablo Páramo* por sus aportes a nivel metodológico y al profesor *Carlos Guevara* por sus reflexiones pedagógicas, tan cercanas y reales al contexto escolar. A mis compañeros de doctorado *Aldo Hernández* y *Alba Nubia Muñoz* por sus aportes y motivación en el desarrollo de este trabajo.

A las *directivas y compañeros* del *Colegio Manuel Cepeda Vargas* quienes permitieron y generaron condiciones adecuadas para realizar mis estudios doctorales y el desarrollo del trabajo empírico; de manera especial quisiera nombrar a los rectores *Francisco Javier Beltrán Amado* y *Luis Francisco Gallo*, a los *coordinadores Nancy Bravo, Enrique Robayo y Eduardo Osorio*; y a mis *compañeros de trabajo de básica primaria*. Adicionalmente, expreso mis agradecimientos a los *estudiantes y padres de familia* por su disposición y apoyo en la realización del trabajo empírico. Y a la *Secretaría de Educación del Distrito (Bogotá)* y a la *Universidad Pedagógica Nacional* por su apoyo en la realización de los estudios doctorales.

A mi esposo *Cristian Rojas* por su colaboración, dedicación, aportes y sugerencias en el desarrollo de este proceso investigativo. A mi *familia* por su comprensión, apoyo y ánimo. A mis amigos y/o colegas *Andrea Nieto, Rosmira Ardila, Sindy Díaz, Juliana Ayala, Cristian Acevedo y Edgar González* por sus aportes en este proceso de formación. Y por último, a todas las personas que contribuyeron y posibilitaron de una u otra forma la realización de este estudio.

Este libro es una adecuación editorial del Trabajo de posgrado “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” para obtener el título de Doctora en Educación. (2019).

Universidad Pedagógica Nacional.

**Imágenes y fotografías internas:**

Cristian Fidel Rojas Montero



# Contenido

<b>Presentación</b>	<b>13</b>
Prólogo	17
Contexto	21
Las metas del estudio	30
<b>Ambientes educativos digitales personalizados</b>	<b>35</b>
Personalización mediada por las tecnologías de la información y la comunicación	35
Generalidades de los ambientes educativos digitales personalizados	39
Evolución de los ambientes educativos digitales personalizados	41
Componentes de los ambientes educativos digitales personalizados	46
Modelo estudiante	46
Modelo de dominio	49
Modelo de personalización	51
Control de los componentes de personalización en los AEDP	57
<b>Estilos cognitivos</b>	<b>69</b>
Definición y dimensiones	70

Dimensión dependencia e independencia de campo	73
DIC y ambientes educativos digitales	76
Coincidencia estilística y movilidad funcional	80
<b>Logro de aprendizaje y percepción en ambientes educativos digitales personalizados</b>	<b>91</b>
Logro de Aprendizaje	92
Logro de aprendizaje y programación de computadores	95
Logro de aprendizaje y control en aplicaciones digitales	97
Percepción sobre los ambientes educativos digitales	101
Eficacia en el logro de aprendizaje y la percepción en AEDP	104
<b>Ambiente educativo digital personalizado “Aprendamos a programar estructuras de selección”</b>	<b>123</b>
Modelo estudiante	124
Modelo de dominio	125
Modelo de personalización	127
Diseño didáctico: Modelo de los cuatro componentes 4C/ID	128
Estrategias didácticas para cada componente de personalización	133
Nivel de control sobre los componentes de personalización en el AEDP	134
Reglas de personalización	136
Técnicas y métodos de personalización	137

Presentación AEDP: “Aprendamos a programar – Estructuras de selección”	138
<b>La ruta de trabajo</b>	<b>157</b>
Tipo de estudio y diseño	157
Variables	158
Participantes	160
Instrumentos de recolección de información	162
Test de figuras enmascaradas	162
Prueba de logro de aprendizaje	163
Cuestionario de percepción sobre el AEDP	167
Procedimiento	168
<b>Análisis de resultados</b>	<b>173</b>
Características iniciales de los grupos	174
Conocimientos iniciales por grupo escolar	174
Distribución de los estudiantes de acuerdo con el grupo y el estilo cognitivo	176
Logro de aprendizaje	177
Análisis intragrupos: pruebas de logro de aprendizaje inicial y final	178
Efecto del control de la personalización en el AEDP en el logro de aprendizaje	180
Efecto del estilo cognitivo en el logro de aprendizaje	185
Efecto del control de la personalización en el AEDP y el estilo cognitivo en el logro de aprendizaje	187

Percepción sobre el AEDP “Aprendamos a programar – estructuras de selección”	<b>195</b>
Efecto del control de la personalización en la percepción sobre el AEDP	<b>195</b>
Efecto del estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP	<b>199</b>
Efecto del control de la personalización en el AEDP y el estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP	<b>201</b>
Análisis de la personalización controlada por el usuario y la coincidencia estilística	<b>205</b>
<b>Hallazgos</b>	<b>217</b>
Logro de Aprendizaje	<b>217</b>
Percepción sobre el AEDP	<b>229</b>
<b>Cierre</b>	<b>237</b>
<b>Referencias</b>	<b>257</b>





## Presentación

Desde finales del siglo XVIII en pleno auge de las Reformas Borbónicas, se exaltó la necesidad de fortalecer la educación con el fin de transitar el camino del progreso, el desarrollo y el cultivo de la ciencia. Con la consolidación de la Independencia y el surgimiento de la República, la instrucción pública fue la encargada de enarbolar los valores republicanos y se empezó a reconocer la figura del docente como actor fundamental para la consolidación del proyecto nacional.

No obstante, este anhelo modernizador del Estado convirtió al maestro en un agente civilizatorio de la sociedad, con el objetivo de generar desde la Escuela una homogeneidad corporal y de pensamiento basada en la herencia hispano-católica, la urbanidad y la subordinación de la infancia a la autoridad adulta representada en los poderes religiosos, legales y pedagógicos.

Lo anterior, condujo a que el acto educativo se centrará en el disciplinamiento del sujeto infantil por medio del autoritarismo y la violencia, no en vano, la premisa inspirada en la pedagogía lancasteriana “la Letra con sangre entra y la labor con dolor”, fue la que guio buena parte los procesos de enseñanza-aprendizaje, hasta que se empezó a reconocer al niño y la niña como sujetos de derecho y se prohibió en consecuencia que fueran objeto de maltrato.

En este contexto, el maestro cumplía una función orgánica e instrumental de reproducir y transmitir el conocimiento, pero, sobre todo, de mantener un estado moral e intelectual que formará a un tipo de ciudadano que estuviera al servicio de los poderes hegemónicos y encajará perfectamente en el status quo. Esto hizo del escenario escolar un espacio tremendamente reglado, con escaso margen para el disenso, el pensamiento crítico y para la aceptación de las diferencias étnicas, estéticas, cognitivas, socioeconómicas, sexuales y de género.

A pesar de los avances que sobrevinieron a finales del siglo XX, en cuanto al acceso masivo a la información y al uso de las nuevas tecnologías, así como, a la ampliación de derechos que trajo consigo la Constitución Política de 1991; aún en la actualidad se mantienen fuertes rezagos de una sociedad y una Escuela que privilegia el autoritarismo, la segregación y la transmisión vertical del conocimiento.

Sin embargo, han sido los propios maestros y maestras quienes desde su saber han generado prácticas de resistencia frente a esta lógica que ha conducido históricamente la educación. A esto se le conoce como giro pedagógico, el cual consiste en concebir el saber docente más allá de la reproducción instrumental del conocimiento y el disciplinamiento del sujeto escolar, para posicionarlo como un saber hacer profesional, histórico y cultural, que logra incidir en la transformación social de los contextos educativos.

En este panorama, el docente ya no es más un sujeto pasivo, ni tampoco un simple instrumento de reproducción de los discursos totalizantes sobre la infancia y la educación. Ahora, los maestros y maestras se construyen desde los mundos posibles para atreverse a investigar su realidad y discernir sobre las problemáticas y retos que aquejan a sus comunidades.

Aquí emerge el papel del docente como intelectual, es decir, como un actor capaz de autogestionar el conocimiento, llevarlo al aula para ponerlo a disposición de sus estudiantes y motivarles a ser partícipes de su propio aprendizaje. Por ello, su rol no se limita a opinar o demostrar erudición sobre determinado saber o campo del conocimiento. El maestro y la maestra, al construirse como intelectuales de la educación, convierten su reflexión en una nueva metodología, en un desarrollo didáctico o en una innovación curricular que tiene el potencial de replicarse en otros contextos educativos.

No obstante, aún persiste en el imaginario social que la labor docente se limita únicamente a su trabajo instrumental en el aula, por lo cual, su conocimiento, investigación y la sistematización de su práctica carecen de relevancia intelectual, porque ésta se ocupa de las ciencias o los saberes escolares. Por ello, para cambiar esta percepción, resulta fundamental divulgar el conocimiento pedagógico que surge de los mismos actores de la educación, con el fin de negociar significados ante la sociedad y dar a conocer su relevancia y utilidad, pero, sobre todo, demostrar que



dicho conocimiento impacta directamente en la comunidad y es capaz de transformar realidades.

En este sentido, las reflexiones y productos pedagógicos provenientes de los docentes se han convertido en trabajos académicos de alto nivel, debido a que estos se han acompañado y potencializado a través de la experiencia que han tenido varios maestros y maestras de la ciudad en los programas de formación avanzada de maestría y doctorado en distintas universidades de Bogotá. Esto gracias a las políticas distritales que apuntaron a la cualificación y al mejoramiento del prestigio docente. Sin embargo, mucha de esta producción no solo debe quedarse en los repositorios y anaqueles de las instituciones de educación superior, sino que deben salir a la ciudad y al país para divulgarse como parte del patrimonio pedagógico.

Por esta razón, desde el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico IDEP, en su estrategia de promoción y apoyo a docentes investigadores e innovadores, conscientes de ampliar la visibilidad de aquellos maestros y maestras que desde su quehacer investigan, innovan y reflexionan sobre su práctica; lanzamos la iniciativa Incentiva Maestros y Maestras 10, la cual busca dar a conocer a la comunidad educativa de Bogotá y a la ciudadanía en general, los aportes pedagógicos e intelectuales que los y las docentes han realizado en sus tesis de maestría o doctorado que obtuvieron distinción laureada o meritosa.

Lo anterior, se realizó a través de un ejercicio editorial para llevar esta producción académica a un formato de libro digital, con el propósito de tener mayor alcance y una divulgación en un público más amplio, lo cual permite que su conocimiento y saber experto, no solo pueda ser apropiado y replicado como experiencia significativa en otros contextos educativos, sino inspirar a otros y a dar a conocer su práctica pedagógica.

Esta serie que el IDEP pone a disposición de la comunidad educativa de Bogotá y de la ciudadanía en general, es muestra de la creatividad, innovación, profesionalismo y excelencia de los maestros y maestras de la ciudad. Nuestro propósito con esta obra es contribuir al reconocimiento y valoración de la profesión docente y su posicionamiento como un intelectual de la educación y la cultura.

Luis Miguel Bermúdez Gutiérrez  
*Asesor de Dirección*



## Prólogo

Diversas metodologías han sido diseñadas e implementadas en el mundo para mejorar la calidad educativa, en diferentes niveles escolares, desde el preescolar hasta la universidad; esto se ha realizado de modo tradicional a partir de la interacción entre el maestro y los estudiantes, y a nivel digital, adicionando el uso de las TIC. Específicamente, en relación con las propuestas educativas a nivel digital, se encuentra hoy día, que la mayoría se dirigen a un público general, donde se tienen en cuenta las características comunes y más sobresalientes de los grupos escolares para la praxis pedagógica. Es cierto, que el diseño y desarrollo de este tipo de aplicaciones requiere de tiempo, con el que en muchas ocasiones no se cuenta en las instituciones educativas. Por tanto, se recurre a la reutilización de materiales y recursos, y al diseño y desarrollo de aplicaciones sencillas y dirigidas a la generalidad de los estudiantes.

En este sentido, las TIC ofrecen grandes ganancias y beneficios cuando cuentan con un buen diseño, pues pueden permitir el uso de múltiples formatos de presentación de información, una mayor interactividad, y en ocasiones un mayor seguimiento y retroalimentación del trabajo realizado por los estudiantes. Al respecto, se encuentran diversos planteamientos y estudios que indican beneficios sobre el uso de las TIC en la educación; pero, aún con el gran potencial de este tipo de recursos, son pocos los contextos educativos que abordan la personalización a partir de las TIC, donde se tengan en cuenta las características individuales de los estudiantes, como el nivel de conocimiento, el estilo cognitivo, el estilo de aprendizaje, entre otros elementos.

Es así que, surge la necesidad de indagar y ampliar el panorama sobre la implementación de las TIC en procesos de personalización a nivel educativo, y más aún, con estudiantes de básica primaria; pues en la etapa de la niñez, es donde se forman y se dan las bases de aprendizajes que sirven como soporte para la formación y desarrollo académico posterior. La personalización del aprendizaje mediado por las TIC,

permite que el estudiante fortalezca sus conocimientos y habilidades con mayor eficacia, en contraste con los AED no personalizados, en la mayoría de casos. Teniendo en cuenta esto, hay diferentes elementos en los AEDP que pueden ser de interés para ser analizados y estudiados, entre estos se encuentra que la personalización de este tipo de sistemas puede estar a cargo del estudiante y/o del mismo sistema, entonces ¿qué incidencia podría tener el tipo de personalización sobre el logro de aprendizaje o la percepción sobre los AEDP?

La pregunta anterior, es la base sobre la cual partió el desarrollo de la presente investigación. Por tanto, para dar cuenta de este trabajo investigativo, se estructuró el presente documento en nueve capítulos. El primer capítulo presenta los aspectos preliminares, a partir de la presentación de la temática de investigación, los objetivos y la estructura del estudio. En el segundo capítulo se expone la conceptualización alrededor de los ambientes educativos digitales personalizados, su evolución y componentes. El tercer capítulo, aborda los estilos cognitivos, enfatizando en la dimensión estilística dependencia e independencia de campo (DIC), y los procesos de coincidencia y desajuste estilístico. En el cuarto capítulo se presentan antecedentes sobre los AEDP y su incidencia en el logro de aprendizaje y la percepción de los estudiantes.

El quinto capítulo expone el diseño y desarrollo del AEDP “Aprendamos a programar - Estructuras de selección”. El sexto capítulo aborda la metodología empleada en el estudio investigativo, se presenta el tipo de estudio, la caracterización de los participantes, los instrumentos de recolección de información y el procedimiento. El séptimo capítulo trata sobre el análisis de los resultados en relación con el logro de aprendizaje y la percepción sobre el AEDP. En el octavo capítulo se presenta la discusión de los resultados obtenidos en el estudio. Y en el noveno capítulo se abordan las conclusiones y limitaciones del estudio, además de las orientaciones para futuros trabajos investigativos.

*La autora*





## Contexto



En la escuela actual se han estandarizado enfoques educativos que se centran en metodologías y didácticas generales, donde todas las personas deben aprender de igual forma dejando de lado sus características individuales y la forma de como prefieren aprender, interactuar, percibir o procesar la información que se les presenta. Esta situación hace pensar en la necesidad de contar con propuestas pedagógicas en las que se tomen en consideración las características individuales y generales de los estudiantes, así como sus ritmos de aprendizaje y sus estilos cognitivos. Algunos enfoques que han asumido la personalización de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes son la educación personalizada (García, 1988), la educación adaptativa (García, 1997) y la pedagogía diferencial (Legrand, 1973). Desde estas perspectivas se toma el estudiante como ser social y como individuo cognoscente, donde se evidencia que se requieren

de estrategias de enseñanza y aprendizaje más cercanas a los estudiantes, en las que se tengan en cuenta las diferencias individuales entre éstos.

Como parte de esta idea de personalizar la enseñanza, cabe anotar que los seres humanos presentan diferencias individuales en la manera cómo piensan, sienten y actúan. Esto permite la identificación de estilos cognitivos que categorizan las individualidades de los sujetos frente a sus procesos de aprendizaje. En principio, la noción general de estilo se caracteriza por ser diferencial, relativamente estable, integra diferentes dominios de la personalidad y es valorativamente neutral (Hederich, 2004). Propiamente, los estilos cognitivos se han concebido como “un conjunto de estrategias que diferencian a los individuos en la forma como procesan información” (Ford, Wood y Walsh, 1994, citado por Grupo de estilos cognitivos, 2013a). “Aptitudes estables, preferencias o estrategias habituales que determinan los modos como los individuos perciben, recuerdan, piensan y resuelven problemas” (Messick, 1976, p. 5). Y “consistencias en enfoques habituales o preferencias para la adquisición y el procesamiento de la información” (Jonassen y Grabowski, 1993, citado por Grupo de estilos cognitivos, 2013a).

En síntesis, los estilos cognitivos tratan de la categorización y agrupamiento de características individuales que refieren al modo habitual y espontáneo de cada individuo de procesar información, con el fin de solucionar problemas y enfrentarse a la vida, ejecutando diferentes tipos de tareas independientemente de su contenido. Por su parte, los estilos de aprendizaje consisten en el “modo preferido de los sujetos para percibir y procesar información a la hora de enfrentarse a situaciones de aprendizaje de diferente naturaleza. Estas preferencias permiten establecer diferencias individuales que se ponen de manifiesto a la hora de emprender un proceso de construcción de conocimiento” (Grupo de estilos cognitivos, 2013b). De acuerdo con los planteamientos anteriores, los estilos cognitivos y los estilos de aprendizaje son factores que pueden determinar diferentes enfoques de personalización de la enseñanza y del aprendizaje. Ello permitiría plantear diversos tipos de personalización de acuerdo con las características estilísticas de los estudiantes y así determinar estrategias pedagógicas y contenidos acordes a su estilo.

A lo anterior se añade que las TIC juegan un papel importante en los procesos educativos y de personalización del aprendizaje, debido a su versatilidad, uso de múltiples medios y canales de información, procesos sincrónicos y asincrónicos, entre otros factores. El auge



de las TIC en el mundo ha modificado y multiplicado las formas de socializarnos y comunicarnos. Sin duda, lo digital hace parte del diario vivir, en diferentes ámbitos como el económico, el político, el social y el cultural. Las diversas dinámicas que acontecen y emergen en estos contextos requieren de nuevas comprensiones de mundo, debido al incremento cada vez más fuerte de la incursión de las TIC en los procesos cotidianos. Un gran número de personas tienen acceso a diferentes dispositivos como teléfonos inteligentes, tabletas y computadores personales. Por otra parte, cuentan con acceso a internet, lo cual permite la conexión de un sin número de máquinas con el fin de compartir recursos, datos e información. En aquellos lugares donde no se cuenta con estos recursos, los gobiernos crean políticas de acceso y equidad para minimizar la brecha digital. La incursión de las TIC se fortalece cada vez más con las ventajas que ofrece al disminuir distancias y tiempos, y facilitar diversos procesos, desde los más básicos como efectuar el pago de un recibo en línea, hasta los más complejos como estudiar una carrera profesional mediante e-learning. Con el paso del tiempo y los avances tecnológicos, cada vez se afinan más y mejores estrategias y metodologías para la incursión de lo digital.

En consonancia con lo anterior, en los últimos tiempos, se ha venido incrementando cada vez con mayor frecuencia el trabajo pedagógico con diferentes dispositivos computacionales, la oferta de programas de formación de maestros en tecnologías de la información y la comunicación, la disposición de software, aplicaciones y recursos digitales on-line y off-line, y el uso de redes sociales con fines didácticos, entre otros. Todo lo anterior propende por la mejora de una praxis educativa en diversas áreas y niveles de conocimiento mediados por las TIC. De manera particular, en lo relativo a los AED que se ofrecen a los estudiantes para su formación en la escuela, se encuentra que la mayoría de estos se caracterizan por estar dirigidos a un público general, donde en pocas ocasiones se tiene en cuenta la individualidad del sujeto y la mayoría de las veces presentan pocos ejercicios interactivos que beneficien el aprendizaje y se basan en la presentación de información multimedial<sup>1</sup>. Además se presentan inconvenientes de accesibilidad cuando se ingresa desde diferentes tipos de dispositivos, debido a la ausencia de estándares que den cuenta de un diseño responsivo como lo plantean los estándares de la W3C<sup>2</sup>. El uso de las TIC en ambientes educativos ha favorecido el aprendizaje de los estudiantes (Anthony, Joseph y Ligadu, 2013; Mampadi y Mokotedi, 2012; Unesco, 2013).

En atención a los argumentos expuestos, esta investigación pretende incorporar procesos de personalización y adaptación de la enseñanza, basados en los estilos cognitivos de los estudiantes, con ambientes basados en las TIC. Selwyn (2016) y Zualkernan (2016) destacan que la personalización del aprendizaje es una línea de trabajo que se está desarrollando principalmente en países pioneros en la implementación de las TIC en educación. Tourón (2013), señala que la personalización y la adaptación son ejes relevantes en el aprendizaje del siglo XXI. En relación con los estilos cognitivos, López (2010) manifiesta que “el estilo cognitivo [...] puede ser utilizado para maximizar el aprendizaje de los estudiantes en entornos computacionales” (p. 6). En efecto, las TIC son un escenario variado y versátil que posibilita la generación de materiales y recursos digitales que puedan tener en cuenta las características individuales de los estudiantes.

En este sentido, se encuentran los ambientes educativos digitales personalizados (AEDP), denominados en diferentes contextos como: (a) sistema hipermedia educativo adaptativo, (b) sistema hipermedia educativo personalizado, (c) hipermedia adaptativa, (d) hipermedia personalizada, (e) hipermedia adaptable, (f) e-learning adaptativo, (g) e-learning personalizado, (h) hipermedia educativo adaptativo, (i) hipermedia educativo personalizado, (j) sistema de aprendizaje adaptativo, (k) sistema de aprendizaje personalizado, (l) LMS adaptativo, (m) LMS personalizado, (n) sistema educativo adaptativo, (o) sistema educativo personalizado basado en web, entre otros nombres. Los AEDP es una tipología alternativa y poco abordada en el ámbito escolar relacionada con material educativo digital que permite tener en cuenta las características individuales de los estudiantes, e ir más allá de la presentación de contenidos multimedia.

- 
- 1 Actualmente en diferentes entornos educativos digitales, se presentan a los estudiantes materiales principalmente en el formato textual, seguido en menor frecuencia de imagen, audio y vídeo. Esta ausencia de diversidad y complejidad en el tipo de materiales que se utilizan puede, deberse a diversas condiciones como la asignación mínima de tiempo para la creación y reutilización de materiales, la falta de equipos de apoyo para el diseño de materiales digitales o el contar con escasa experiencia en el diseño de materiales digitales.
  - 2 Traduce World Wide Web Consortium. Es un consorcio internacional que determina recomendaciones y estándares para la Web.

De acuerdo con Akbulut y Cardak (2012) los AEDP tienen por objeto proporcionar contenido que se adapte a las preferencias individuales de aprendizaje de los estudiantes. Prieto (2006) afirma que estos nacen como forma de dar respuesta a las limitaciones de los sistemas hipertexto educativos tradicionales, proporcionando entornos que tienen la capacidad de ajustar la presentación de los contenidos y las opciones de navegación a diversas características de los potenciales usuarios. Por tanto, los AEDP permiten atender las diferencias de los estudiantes y así aumentar las posibilidades de mejores logros de aprendizaje; a través de la personalización del proceso de enseñanza, teniendo en cuenta el perfil del estudiante, basado en las preferencias de percepción y procesamiento de la información, nivel de conocimiento, entre otros elementos.

Los estilos cognitivos y los estilos de aprendizaje, entre otros factores han sido considerados e implementados en el diseño y desarrollo de los AED personalizados. Los estudios iniciales sobre los AEDP surgen con mayor auge a partir de la década de los 90. Se han desarrollado una serie de trabajos (Brusilovsky, 1996, 2003, 2012; De Bra, 1998; Drissi y Amirat, 2016; Graf y Kinshuk, 2007; Kolekar, Pai y MM, 2019; Mampadi, Chen, Ghinea y Chen, 2011; Mampadi y Mokotedi, 2012; Surjono, 2015; Zulfiani, Suwarn y Miranto, 2018) que se han interesado por la individualización de los procesos de enseñanza a través de los AEDP. Algunos de estos estudios han considerado el conocimiento previo, el estilo de aprendizaje y el estilo cognitivo del estudiante como un factor de personalización en los AED. Al respecto, diversos estudios (Mampadi et al., 2011; Triantafyllou, Pomportsis, Demetriadis y Georgiadou, 2004; Tsianos, Germanakos, Lekkas y Mourlas, 2009) han encontrado que personalizar los AED a los estilos cognitivos de los estudiantes mejora el aprendizaje de estos. En oposición, otros estudios (Mitchell, Chen y Mecredie, 2005; Tsianos, Germanakos y Mourlas, 2006, citado por Mampadi et al., 2011) exponen que implementar los estilos cognitivos a los AED personalizados no mejora el aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, Mampadi et al. (2011) indagaron sobre el efecto en el desempeño del aprendizaje y la percepción de los estudiantes de pregrado y posgrado, al interactuar con un AED personalizado con base en el estilo cognitivo holista – serialista (Pask, 1976). Los autores concluyeron que el AEDP en función del estilo cognitivo mejora el

desempeño del aprendizaje y los estudiantes muestran una mayor percepción positiva hacia los AEDP. Por su parte, Mampadi, Chen y Ghinea (2009), abordaron los efectos en el desempeño del aprendizaje y las percepciones de los estudiantes cuando interactuaban con un AEDP a partir del conocimiento previo del estudiante. Los resultados mostraron que personalizar los AED a los conocimientos previos de los estudiantes incide positivamente en el rendimiento y las percepciones sobre el AEDP. En síntesis, los dos estudios anteriores concluyen que implementar los AED personalizados, con base en el conocimiento previo o a los estilos cognitivos, favorece el desempeño en el aprendizaje y la percepción en los estudiantes.

De modo similar, Mampadi y Mokotedi (2012), abordaron la incidencia en el desempeño del aprendizaje de dos AEDP, uno personalizado en relación con el conocimiento previo de los estudiantes y el otro a los estilos cognitivos en la dimensión holista – serialista de Pask. Los resultados no indicaron diferencias significativas al comparar el desempeño del aprendizaje en cada versión AEDP en base al conocimiento previo y los estilos cognitivos. Sin embargo, se evidenció una diferencia a favor de la personalización basada en los conocimientos previos. Al respecto, Mampadi y Mokotedi sugieren combinar en un AEDP el conocimiento previo y los estilos cognitivos de los estudiantes, con el fin de maximizar el aprendizaje y favorecer percepciones y actitudes positivas de los estudiantes. Hasta el momento, en las investigaciones mencionadas se evidencia el interés de indagar por las características de los AED personalizados, con énfasis en el conocimiento previo y los estilos cognitivos, para favorecer el logro de aprendizaje y la percepción sobre los AED.

En esta línea de trabajos, se encuentra el estudio de Akbulut y Cardak (2012), entre los datos a resaltar como relevantes en éste planteamiento del problema, se destaca que pocos estudios intentaron determinar la eficacia de los AEDP basados en los estilos de aprendizaje, mientras que la mayoría de los estudios propusieron un referente teórico para la personalización. De igual forma, pocos estudios han desarrollado los AEDP con base en los estilos de aprendizaje (Akbulut y Cardak, 2012; Özyurt y Özyurt 2015), pues el diseño de un AEDP es un proceso bastante complejo, que incluye no sólo las tareas de diseño similares al hipermedia convencional, sino también a las tareas de personalización de la enseñanza (Akbulut y Cardak, 2012). Adicionalmente, uno de

los obstáculos en este tipo de aplicaciones es la escasa reutilización de objetos de aprendizaje, la inconsistencia de técnicas pedagógicas y el bajo nivel de interoperabilidad entre los diferentes sistemas (Akbulut y Cardak, 2012). El perfil de los autores de las investigaciones sobre los AEDP remite principalmente a las ciencias de la computación, ciencias de la información o los departamentos de ingeniería (Akbulut y Cardak, 2012; Özyurt y Özyurt 2015), lo cual influyó en que los aspectos técnicos usualmente tuviesen mayor relevancia que los aspectos pedagógicos. Además, Akbulut y Cardak y Özyurt y Özyurt, indican que los estilos de aprendizaje se abordaron con mayor frecuencia en los estudios sobre los AEDP, en contraste a los estilos cognitivos. Para finalizar, Akbulut y Cardak y Özyurt y Özyurt, resaltan que en los estudios de tipo empírico, la mayoría fueron dirigidos a la educación universitaria y en pocas ocasiones a la educación secundaria y primaria.

En suma, los estudios presentados permiten evidenciar que los AEDP con base en los estilos cognitivos y de aprendizaje es una línea de trabajo que continúa en construcción y que requiere ampliarse su investigación. Al respecto, se han desarrollado más estudios de tipo teórico, en contraste con estudios que involucren desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías educativas; además, estos estudios tanto teóricos como empíricos han focalizado su atención con mayor prelación en los componentes técnicos que en los componentes pedagógicos. Además, se han abordado como elemento de personalización en la mayoría de los casos el estilo de aprendizaje de los estudiantes, en contraste con el estilo cognitivo. También se requiere de implementaciones empíricas donde se cuente con evidencia para evaluar la eficacia de los AEDP, especialmente en los niveles educativos de secundaria y básica primaria.

A partir de los argumentos expuestos, esta propuesta investigativa pretende evaluar la eficacia de los AEDP con base en los estilos cognitivos de los estudiantes de educación básica primaria. Además, esta propuesta pretende profundizar sobre la incidencia en el logro de aprendizaje y las percepciones acerca del AEDP, en relación con la inclusión de componentes de personalización controlados por el sistema y/o por el usuario. Si la personalización es llevada a cabo por el usuario, éste puede cambiar los parámetros de personalización (contenido, navegación, tipo de trabajo y retroalimentación), y así adaptar el comportamiento del AEDP. Si la personalización es realizada por el sistema, esta se lleva a cabo de forma automática por el AEDP, a partir del perfil del estudiante, el

sistema realiza el procesamiento para efectuar la adaptación. La mayoría de estudios se han enfocado en los componentes de personalización controlados por el sistema, los cuales, en algunos casos han involucrado desarrollos computacionales y estudios empíricos (Brusilovsky, 2001; Lamia y Tayeb, 2013, Mampadi y Mokotedi, 2012; Ortigosa, Bravo, Carro y Martín, 2010). En contraste, los estudios que han indagado por los componentes de personalización controlados por el usuario son menos, y hacen énfasis en el desarrollo de marcos teóricos, más que en desarrollos computacionales o estudios empíricos.

Por otra parte, a través de este estudio, se pretende implementar la enseñanza de la programación de computadores, específicamente en la temática de “estructuras de selección”<sup>3</sup>, en este tipo de AEDP. Al respecto, en el campo de la programación de computadores se han evidenciado dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto ha llevado a la realización de diversos estudios, dirigidos en su mayoría a la educación superior (Anthony et al., 2013; Cabas 2014; Doukakis, Tsaganou y Grigoriadou, 2007; Pérez 2013; Villalobos, Casallas y Marcos, 2005; White y Ploeger, 2004; White, 2006). Estos trabajos se han interesado por encontrar estrategias pedagógicas acertadas para mejorar las prácticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores; además, en identificar y superar las dificultades, como la baja motivación, alta deserción y mortalidad académica.

A nivel mundial, se observa una preocupación por la enseñanza de la programación de computadores en la población infantil. Se destacan aquí países como Estonia, Gran Bretaña, España, Estados Unidos, Finlandia e Israel. Las propuestas buscan que los niños no solo se formen como usuarios de aplicaciones computacionales, sino como creadores y desarrolladores de estas. Adicionalmente, los beneficios de aprender a programar desde niños son claros, pues promueven y favorecen el pensamiento computacional (Román-González, 2016) y el pensamiento algorítmico, la habilidad de modelar y solucionar problemas y la creatividad, entre otras destrezas (Eduteka, 2009; Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España, 2008).

---

3 Es un contenido de aprendizaje del área de la programación de computadores. Las estructuras de selección son empleadas para tomar decisiones dentro de un algoritmo. A través de una expresión lógica (condición), se ejecuta determinado bloque de instrucciones.

Otro rasgo a resaltar en las actividades de enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores, específicamente en la educación básica primaria, es que se ha evidenciado que se requiere el uso de metodologías apropiadas y diferentes a las adaptaciones extrapoladas de la educación superior. Esta propuesta investigativa pretende aportar estrategias de enseñanza y aprendizaje en la educación básica primaria. Adicionalmente, White y Ploeger (2004) y White (2006), plantean la necesidad de indagar por ambientes de aprendizaje que sean más cercanos a las características individuales de cada estudiante, lo cual permitiría lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje más flexible de la programación de computadores. Como se observa, este trabajo investigativo enlaza los componentes de personalización de la enseñanza a través de los AED, con la intencionalidad de favorecer el logro de aprendizaje de la programación de computadores en niños y niñas de grado quinto de primaria de educación básica primaria.

De otro lado, Guerra (2012) abordó la percepción sobre un AEDP que brindaba soporte a la educación semipresencial, personalizando el contenido de una asignatura al perfil de cada estudiante. Se evidenció un alto nivel de percepción en base a la intención de uso del AEDP por la mayoría de los usuarios. Además, Grimón, Guevara, y Monguet (2010) encontraron en relación con la percepción de los estudiantes universitarios al interactuar con un AEDP personalizado, que hay una percepción positiva de los estudiantes hacia el AEDP. Ello pudo tener que ver con las posibilidades de personalización con las que contaba el AEDP, a diferencia de un AED sin personalización. Por otra parte, Mampadi et al. (2011), al estudiar la percepción de un AEDP con base en los estilos cognitivos, encontró altos niveles de percepción sobre el AEDP, debido a su claridad, estructura, secuencia lógica, estructura de navegación y apoyo adicional ofrecido. De modo similar, Mampadi y Mokotedi (2012), sugieren la necesidad de investigar el diseño de los AEDP con el fin de maximizar el aprendizaje, las percepciones y las actitudes de los estudiantes universitarios. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, este trabajo de investigación indaga y aporta a la investigación sobre las percepciones de los estudiantes sobre los AEDP, en una población diferente a la de los estudiantes universitarios; en este caso, con estudiantes de educación básica primaria.

En síntesis, en esta investigación en principio diseñará y desarrollará un ambiente educativo digital personalizado que permita el control de

componentes de personalización por el sistema y/o por el usuario para la enseñanza y el aprendizaje de la temática de “estructuras de selección”, ofrecida a estudiantes de grado quinto de educación básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo. Para luego, realizar un estudio empírico que permita analizar el efecto de la personalización controlada por el sistema y/o por el usuario en los AED, sobre las percepciones y el logro de aprendizaje.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la presente investigación pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: *¿Cuál es el efecto de un ambiente educativo digital personalizado controlado por el sistema y/o por el usuario sobre el logro de aprendizaje del tema “estructuras de selección” y sobre la percepción, en estudiantes de grado quinto de educación básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo?*

## Las metas del estudio

Diseñar, desarrollar e implementar un ambiente educativo digital personalizado, controlado por el sistema y/o por el usuario para la enseñanza y aprendizaje de estructuras de selección, y analizar su efecto sobre el logro de aprendizaje y sobre las percepciones de los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo.

**1.** Diseñar y desarrollar un ambiente educativo digital personalizado para la enseñanza de las “estructuras de selección”, que permita el control, por el sistema y/o por el usuario de los componentes de personalización.

**1.** Analizar el efecto de un ambiente educativo digital personalizado controlado por el sistema y/o por el usuario, sobre el logro de aprendizaje y las percepciones de los estudiantes acerca del AEDP.

**1.** Identificar las posibles relaciones entre el estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo y el logro de aprendizaje y las percepciones sobre el AEDP.

**1.** Evaluar el efecto del control de los componentes de personalización a cargo del sistema y/o el usuario, y el estilo cognitivo, en relación con el logro de aprendizaje y las percepciones sobre el AEDP.

**1.** Examinar la relación entre la coincidencia estilística y las elecciones de personalización controladas por el usuario en el logro de aprendizaje.



## Estructura del estudio

**El desarrollo de este trabajo investigativo se llevó a cabo en cuatro etapas:**

La **primera etapa** consistió en consultar diversas fuentes de información primarias y secundarias, con el fin de establecer: (a) las características del AEDP, sus componentes y formas de control de personalización, que hayan sido documentadas en estudios previos como efectivos o eficaces para aumentar las posibilidades de logro de estos sistemas en diversas poblaciones de estudiantes y para dominios de conocimiento diferenciado; (b) las características de los estilos cognitivos en la dimensión estilística dependencia e independencia de campo, con el fin de identificar patrones de personalización modelados y/o implementados en contextos educativos basados en las TIC; y (c) identificar y analizar los trabajos de investigación empíricos sobre ambientes educativos digitales personalizados basados en estilos, con el propósito de identificar experiencias y resultados sobre la incidencia en el logro de aprendizaje y las percepciones sobre los AEDP.

En la **segunda etapa**, se estableció la metodología. Para esto, se determinó un diseño cuasi-experimental con un diseño factorial 2x2. Las variables dependientes de este estudio fueron el logro de aprendizaje y las percepciones sobre el AEDP. Y las variables independientes fueron la personalización controlada por el sistema y el usuario. Se emplearon tres instrumentos para la recolección de información: test de figuras enmascaradas, pruebas de logro de aprendizaje y cuestionario sobre la percepción del AEDP. Participaron en el estudio 136 estudiantes de grado quinto de básica primaria de del Colegio Manuel Cepeda Vargas (Bogotá – Colombia).

En la **tercera etapa**, a partir de los hallazgos de la primera etapa, se efectuó el diseño y desarrollo de un AEDP basado en el estilo cognitivo de la dimensión dependencia e independencia de campo, con componentes de personalización controlados por

el sistema y/o por el usuario, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las “estructuras de selección” en estudiantes de grado quinto de educación básica primaria, diferenciados a su vez por el estilo cognitivo DIC. Luego de contar con el AEDP, se procedió a realizar la implementación de esta plataforma en cuatro grupos escolares por cuatro meses. Durante la experiencia los estudiantes interactuaron con la versión de AEDP que les correspondía y respondieron a los instrumentos de recolección de información planteados.

Finalmente, en la **cuarta etapa** se realizaron diversos análisis descriptivos e inferenciales a partir de medidas de tendencia central, y análisis de varianza y covarianza, entre otros, sobre la información recogida en el AEDP y en los instrumentos de recolección de información. Posteriormente, se efectuó la discusión de los resultados obtenidos con el fin de dar cuenta y responder a los objetivos planteados en el trabajo investigativo.





## **Ambientes educativos digitales personalizados**



Una vez planteado el tema y problema de investigación, en el presente capítulo se aborda una contextualización alrededor de los procesos de personalización a través de las TIC, y se presenta una caracterización de los AEDP, en relación con su evolución, sus componentes y sus niveles de control.

### **Personalización mediada por las tecnologías de la información y la comunicación**

Los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC han permitido la posibilidad de efectuar procesos de personalización

de la enseñanza y el aprendizaje. La personalización de la educación mediada por las TIC se concibe como aquella que permite tener en cuenta las características individuales de los estudiantes tales como los intereses, preferencias, niveles de conocimiento, estilos de aprendizaje y/o estilos cognitivos, entre otros factores, en el diseño y desarrollo de sistemas, recursos y herramientas informáticas, que se emplean en procesos educativos. El concepto de aprendizaje personalizado significa un cambio radical en la teoría de la educación y la tecnología, desde entornos de aprendizaje “tradicionales” a entornos interactivos personalizados (Sampson, Karagiannidis y Kinshuk, 2002). Diversos autores en el ámbito de la educación y las TIC, señalan la importancia de la personalización en los procesos educativos. Gros (2015), se refiere a la personalización como uno de los aspectos básicos de las estrategias de formación. Castañeda y Adell (2013), en su trabajo sobre entornos personales de aprendizaje, evidencian la importancia de efectuar propuestas pedagógicas que tomen en consideración las características de los estudiantes, además de la capacidad del aprendiz de tomar decisiones alrededor de la personalización de su aprendizaje. La personalización mediada por las TIC es un eje actual, de interés y relevante en la sociedad de la información y el conocimiento.

En este sentido, Altun (2016) describe la personalización como la adaptación de la experiencia de aprendizaje a diferentes alumnos mediante el análisis de conocimientos, habilidades y preferencias de aprendizaje de los individuos. Kinshuk y Nian-Shing Chen (2011) citado por Zualkernan (2016), indican desde la perspectiva de las tecnologías de aprendizaje, que el aprendizaje personalizado se puede definir como un diseño de aprendizaje adaptativo para dar cuenta de las diferencias individuales. En consecuencia, se requiere contar con un modelo “más personalizado, social, abierto, dinámico, emergente y de extracción de conocimiento para el aprendizaje, a diferencia de los modelos de talla única, centralizados, estáticos, descendentes y orientados al conocimiento de las soluciones de aprendizaje tradicionales” (Chatti, Agustiawan, Jarke y Specht, 2010: 67, citado por Gros, 2016). El logro de la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de las TIC es uno de los grandes desafíos, tanto para los diseñadores como para los desarrolladores de los AED, ya que se acepta que un método no se ajusta a todos (Spector, 2013, citado por Altun, 2016). Además, Stoyanov, Bert y Paul (2010), citados por Gros (2016), presenta uno de los grupos temáticos que los expertos consideran serán los

principales cambios en la educación en los próximos 10 a 20 años, consiste en la *educación enfocada a impulsar las necesidades individuales y profesionales, donde se destaca la personalización y adaptación según las necesidades individuales.*

A lo anterior se añade, de acuerdo con García y López (2011), que la personalización es una de las características más destacables en los recursos de aprendizaje digitales, por la manera en que “nos mueven a reinventar procesos formativos” (García y López, 2011, p. 96). Así mismo, las TIC permiten “cada vez más la entrega de información y de recursos a la medida de cada usuario en particular. La personalización ha dejado de consistir únicamente en la posibilidad cosmética de adecuar los elementos estéticos de una interfaz” García y López (2011, p. 102). La personalización de los recursos y contenidos educativos digitales “permite, por una parte, adaptar a cada estudiante la propuesta formativa en función de factores como sus conocimientos previos, su estilo de aprendizaje, el tiempo disponible, sus objetivos de profundización en la materia, etc.” García y López (2011, p. 103). Por lo cual, la personalización de recursos y contenidos educativos digitales permite colocar al estudiante como centro del proceso de aprendizaje. Así mismo, es una manera de acercarnos a formas de enseñanza que permitan tener en cuenta características diferenciadoras de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

En este sentido, el documento “*Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*” publicado por la Unesco en el 2013, el apartado TICs y nuevas prácticas educativas, propone la construcción de un nuevo paradigma educativo, donde la educación del siglo XXI se base en una nueva escuela más flexible, personalizada y ubicua. Hace énfasis en que se tengan en cuenta los intereses, características, necesidades, gustos, tiempos, habilidades y estilos de aprendizaje del estudiante. Para la construcción de este nuevo paradigma se proponen tres condiciones para su éxito: (a) centralidad de los estudiantes, (b) alineamiento con los requerimientos de la sociedad del conocimiento, y (c) integralidad e implementación sistémica. De acuerdo con la Unesco (2013) la primera condición, *centralidad en los estudiantes*, consiste en:

Poner en el centro a la persona de cada estudiante, con sus características, intereses, condiciones, expectativas y potencial, de manera de

transformarse en un espacio de desarrollo e integración para cada uno de ellos. El nuevo contexto exige abandonar el trato de “manada” o de cohorte que hoy día ofrecen las escuelas mayoritariamente, para que sin abandonar los enormes avances en masificación de la educación, avancemos decididamente hacia la personalización de la oferta educativa. (p. 33).

Esto nos lleva a resaltar la importancia actual de la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de las TIC. Efectivamente, las TIC permiten la posibilidad de personalizar los ambientes digitales para la adquisición de conocimientos y habilidades, debido a la incorporación del manejo de múltiples medios de presentación de información textual, visual y auditiva, donde la presentación del contenido está acorde con las características de cada estudiante. Además hace posible el manejo de interfaces que permitan una navegación amigable y asertiva para cada individuo, la adecuación pertinente de niveles de complejidad del conocimiento, interactividad, carga cognitiva y retroalimentación, entre otros factores.

Adicionalmente, la UNESCO (2013) realiza que las innovaciones educativas deben fortalecer el aprendizaje de cada estudiante y desarrollar su máximo potencial, permitiendo favorecer las características diferenciadoras de cada individuo desde sus diferentes contextos, intereses, preferencias y estilos de aprendizaje, para construir experiencias significativas de aprendizaje. Donde a través de nuevas experiencias se fortalezca la diferenciación para apoyar diversas maneras de enseñar y aprender, a partir de estrategias y ritmos diferenciados para atender a las necesidades de cada estudiante. Ahora bien, es “fundamental el estudio de las diferencias individuales para ajustar la intervención educativa a las diferencias individuales del alumnado” (Cabeza, 2011, p. 9). Esto conduce a que se tenga en cuenta la heterogeneidad de los estudiantes a la hora de planear y ejecutar procesos educativos. El estudiante al tener diferentes necesidades, intereses, estilos y motivaciones requiere de una personalización de la enseñanza a través de diferentes metodologías acordes con su perfil.

En suma, la personalización de la enseñanza conduce a tener en cuenta las características individuales de los estudiantes. Las TIC son actualmente una herramienta que permite potencializar e implementar procesos de personalización de la enseñanza y el aprendizaje en



entornos escolares. Atendiendo las consideraciones anteriores, cobra sentido la configuración de una línea de estudio que aborde las TIC y la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de diversas características de los estudiantes, como su nivel de conocimiento previo, sus estilos cognitivos y de aprendizaje. Se trata de los AEDP, estos permiten que el sistema se adapte a determinadas características de los estudiantes. En los siguientes apartados se abordarán las generalidades de los AEDP, la evolución, los componentes y el control de los componentes de personalización de estos entornos de aprendizaje.

## **Generalidades de los ambientes educativos digitales personalizados**

Los AEDP tienen su origen en el hipertexto. El hipertexto provee en la web un texto no lineal, ni secuencial, que permite por medio de enlaces al usuario desplazarse de manera dinámica y libre dentro del mismo documento y de éste a otros. De acuerdo con González y Blanco (2012) “el hipertexto organiza la información en bloques discretos de contenido, llamados nodos [...] por lo general agrupados en forma de páginas, [...] conectados a través de enlaces cuya selección genera distintas formas de recuperar la información” (p. 63). En suma, el hipertexto basa el contenido de su presentación en texto y la forma de navegación es a partir de enlaces que permiten desplazarse entre nodos o páginas.

Posteriormente con el surgimiento y la implementación de la multimedia se genera una extensión del hipertexto denominada hipermedia. La hipermedia basa su estructura en un hipertexto que incluye, imágenes, sonidos y videos. La hipermedia es una combinación de diferentes formatos de información en una estructura organizada de manera no lineal, además se caracteriza por la organización del contenido, la determinación de enlaces y la selección de medios (Gros, 1997 citada por Prieto, 2006). Los sistemas hipermedia educativos son aplicaciones que tienen como objetivo fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de diferentes dominios de conocimiento, se caracterizan por presentar los contenidos de forma dinámica a partir de la selección de enlaces que están estructurados a partir de un mapa semántico y la presentación de información multimedia en sus diferentes formatos (texto, audio, imágenes y vídeo). A continuación se muestra una representación gráfica de un sistema hipermedial:

**Figura 1.** Representación gráfica de la estructura hipermedial.



**Fuente:** González y Blanco, 2012: 63.

La implementación de los sistemas hipermedia en el ámbito educativo ha favorecido procesos de enseñanza y aprendizaje de diversas áreas del conocimiento (Del Río, Búcarí y Sanz, 2016; Espinosa-Ríos, 2017; López, Hederich y Camargo, 2012). Adicionalmente, permite una navegación aleatoria dando al usuario libertad en la navegación para la comprensión de nuevos conocimientos. Este tipo de características de los sistemas hipermedia educativos requiere que cada estudiante se adapte a las características de éste, en consecuencia estas aplicaciones están diseñadas de forma predeterminada para un grupo específico de estudiantes. A mediados de la década de los 90's se comienza a abordar una tendencia particular de los sistemas hipermedia, también denominados en la presente investigación ambientes educativos digitales. En este sentido, Brusilovsky (1996) y De Bra (1998) indagaron sobre los AED que vayan dirigidos a grupos de estudiantes heterogéneos, donde los estudiantes no tengan que adaptarse al AED, sino al contrario, que el AED se adapte a las características de los estudiantes. Lo cual permite la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de los AEDP con base en las características diferenciadoras de los estudiantes.

Los AED personalizados muestran una evolución frente a los AED tradicionales, los cuales se dirigían a grupos homogéneos de estudiantes, sin tener en cuenta las características individuales del aprendiz. En lo que respecta a algunas definiciones que permiten precisar lo que se

denomina AEDP, Brusilovsky (1996), asume que un AEDP construye un modelo de objetivos, preferencias y conocimientos de cada usuario; este modelo se emplea para interactuar con el usuario de acuerdo con sus necesidades. De Bra (1998) aborda los AEDP como una personalización del sistema con relación al usuario. Esta personalización se efectúa de manera automática, de acuerdo con las características y formas de navegación del AED, es decir, el sistema establece una retroalimentación efectiva con cada usuario, lo conoce y le entrega la información adaptada a sus características e intereses particulares. Prieto (2006) afirma que nacen como forma de dar respuesta a las limitaciones de los AED tradicionales, proporcionando entornos que tienen la capacidad de ajustar la presentación de los contenidos y las opciones de navegación a diversas características de los potenciales usuarios. En suma, los AED que se adaptan a las características de los estudiantes, surgen como una forma de personalizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, a partir de las características individuales de los estudiantes.

Los AEDP se componen de tres modelos (Brusilovsky 2001 y 2003; Prieto 2006, Triantafyllou, Pomportsis y Demetriadis 2003), estos son: (a) el modelo estudiante: trata de las características diferenciadoras de los estudiantes, como por ejemplo el nivel de conocimiento, el estilo cognitivo, el estilo de aprendizaje y capacidades cognitivas, entre otras; (b) el modelo de dominio: aborda el tema o contenido que se pretende enseñar con su respectiva organización y estructura en el sistema; y (c) el modelo de personalización: da cuenta de la adaptación por realizar en términos pedagógicos y técnicos, en relación con el contenido, la navegación y la presentación que provee el AED, a partir de la interacción entre el modelo de dominio y el modelo estudiante.

En síntesis, los AEDP permiten tener en cuenta las características de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, a partir de sus estilos cognitivos, estilos de aprendizaje y nivel de conocimiento, entre otros elementos. Los AEDP se componen de tres modelos, el modelo estudiante, el modelo de dominio y el modelo de adaptación o enseñanza.

## **Evolución de los ambientes educativos digitales personalizados**

Diversos estudios han estado interesados en los procesos de personalización del aprendizaje mediados por AED, en diversas áreas

del conocimiento y en diferentes contextos. En este apartado se presenta la evolución de los AEDP a partir de los trabajos de Brusilovsky (2001), Akbulut y Cardak (2012) y Özyurt y Özyurt (2015), en los que se realiza la revisión analítica de los estudios sobre los AEDP desde sus inicios.

Uno de los trabajos iniciales que recopila el estado del arte desde antes de 1996 hasta la víspera del año 2000, es el realizado por Brusilovsky (2001) sobre hipermedia adaptativa. En este estudio se evidencia la limitación de la hipermedia tradicional estática, la cual es dirigida a un público general, donde incluye para todos los usuarios el mismo contenido y enlaces, sin tener en cuenta las características individuales de los sujetos. Antes del año de 1996 se había logrado madurez en las áreas de hipertexto y de modelo de usuario, además se intercambiaron ideas de investigación entre éstas dos áreas de trabajo. Se reconocieron las desventajas del hipertexto estático y se comenzaron a explorar diversas formas de adaptar los sistemas hipertexto a usuarios individuales. La investigación en hipermedia adaptativa fue desarrollada inicialmente por unos pocos equipos aislados. Los documentos publicados antes de 1996 describían el hipertexto y la hipermedia pre-internet clásicos. Desde 1996 la hipermedia adaptativa ha pasado por un período de crecimiento rápido debido a la evolución de la red de redes (internet), además del cúmulo y la consolidación de experiencia investigativa en el campo, reportada hasta 1996, ya que proporcionó buenos cimientos para las nuevas generaciones en investigación. La mayoría de los documentos publicados desde 1996 están dedicados a sistemas hipermedia adaptativos basados en internet.

Los sistemas hipermedia adaptativos se personalizan en relación con las características del usuario y datos del ambiente. Las características de los usuarios que se tenían en cuenta para su adaptación antes de 1996, eran las tareas/objetivos del usuario, conocimientos, antecedentes, experiencia en hiperespacio, y preferencias. Después de 1996, se amplía la lista para incluir los intereses del usuario y los rasgos individuales, dentro de los cuales se encuentran factores como los estilos cognitivos y los estilos de aprendizaje. Brusilovsky señala los estudios de Carver et al. (1996), Danielson (1997), Gilbert y Han, (1999), Specht y Oppermann (1998), en los cuales se ha intentado adaptar al estilo de aprendizaje del sujeto la hipermedia educativa. Sin embargo, Brusilovsky (2001) señala que no es claro cuáles aspectos del estilo de aprendizaje vale la pena modelar, y qué puede hacerse en forma diferente para usuarios

con diferentes estilos. Además, Brusilovsky (2001) indica que los AED se pueden personalizar en relación con la ubicación geográfica y la plataforma del usuario, por ejemplo la personalización en función del hardware, software o el ancho de la banda.

Adicionalmente, Brusilovsky (2001) propone una clasificación de métodos y técnicas de personalización: (a) la adaptación a nivel de contenido o presentación adaptativa, la cual se subdivide en tecnologías de adaptación textual y adaptación multimedial, y (b) la adaptación a nivel de vínculos o soportes de navegación adaptativo, que trata de la forma de navegación. Esta clasificación de métodos y técnicas de adaptación, se ha tenido en cuenta en diferentes estudios e investigaciones a lo largo de los años hasta la actualidad. El trabajo de Brusilovsky es uno de los estudios clásicos sobre la personalización de ambientes educativos digitales que ha sido citado profusamente. Para el presente trabajo de investigación, se pretende tener en cuenta rasgos individuales basados en los estilos cognitivos de los estudiantes, tomando como base el modelo de métodos y técnicas de adaptación propuesto por Brusilovsky.

Ahora bien, vistos los avances de la hipermedia adaptativa hasta las vísperas del año 2000 (Brusilovsky, 2001), a continuación, se exponen los avances investigativos sobre los ambientes educativos personalizados en relación con los estilos cognitivos y de aprendizaje. Los estilos cognitivos y los estilos de aprendizaje han sido considerados como factores de alta frecuencia en la personalización de los AED (Nakic, Granic y Glavinic, 2015). En principio, el estudio llevado a cabo por Akbulut y Cardak (2012), analizó diversas publicaciones realizadas sobre ambientes educativos digitales personalizados y los estilos de aprendizaje, entre los años 2000 y 2011. Akbulut y Cardak (2012), encontraron que la mayoría de los estudios tuvieron como objetivo proponer un marco o modelo para la personalización, mientras que pocos estudios determinaron la efectividad de los AEDP basados en los estilos de aprendizaje.

Adicionalmente, Akbulut y Cardak (2012) ponen en evidencia que el diseño de un AEDP es un proceso complejo, pues además del proceso de diseño tradicional de un AED, se requiere incluir elementos que permitan la personalización. Akbulut y Cardak citan diversos autores para plantear dos problemas de los AEDP, por un lado a nivel técnico, por su poca reutilización y la baja compatibilidad con diferentes sistemas

y plataformas; y de otro lado, a nivel pedagógico donde se encuentra que en muchos casos no es evidente la presencia de principios pedagógicos claros. Al respecto, se evidencia que los autores de los trabajos analizados cuentan con perfiles relacionados con la ingeniería y las ciencias de la comunicación e información. Por tanto, los autores sugieren que en el diseño y desarrollo de los AEDP se conformen equipos de trabajo interdisciplinarios con el fin de equilibrar los componentes técnicos y pedagógicos en los AEDP, y así aumentar el rigor en la investigación de la tecnología educativa en base a la evidencia. Además, Akbulut y Cardak con base en diferentes estudios indican que algunos trabajos se han enfocado en superar los obstáculos de tipo técnico, a través de la inmersión en desarrollos computacionales que cuenten con estándares que permitan la interoperabilidad y la incursión en plataformas LMS como es el caso de WebCT y Moodle.

Igualmente, los autores destacan que muchos de los estudios revisados fueron publicados en revistas de alto impacto, como por ejemplo, *Computers & Education*, *Educational Technology & Society*, *British Journal of Educational Technology*, *Computers in Human Behavior*, entre otras. De otro lado, Akbulut y Cardak (2012) determinaron que las dimensiones de estilos de aprendizaje abordadas fueron la de Felder–Silverman, utilizada en el 50% de los estudios analizados. Le siguen por otras dimensiones estilísticas abordadas en menor proporción, como la dimensión estilística de Kolb, VARK, Honey y Mumford, Dunn y Dunn (1974) y Keefe (1987). Adicionalmente, Akbulut y Cardak (2012) señalan que en los estudios de tipo empírico, la mayoría de estudios (80,43%) fueron dirigidos a la educación universitaria, y muy pocos estudios asumieron poblaciones de la educación secundaria y primaria.

De modo complementario, el estudio realizado por Özyurt y Özyurt (2015) presenta un análisis de los artículos publicados entre los años 2005 y 2014 sobre ambientes educativos digitales personalizados basados en estilos de aprendizaje. El análisis efectuado evidenció que el propósito de los estudios consistió en: determinar el impacto de los AEDP sobre el rendimiento académico, establecer la incidencia en las percepciones de los estudiantes sobre los AEDP, analizar la relación entre los estilos de aprendizaje y las opciones de navegación, proponer un modelo para la predicción del estilo de aprendizaje, establecer un marco acerca de los AEDP, y desarrollar los AEDP con base en los estilos de aprendizaje. De acuerdo con Özyurt y Özyurt (2015), indican

que los trabajos empíricos se basaron en estudios de caso y estudios cuasi-experimentales. Además, los autores señalaron que el dominio de conocimiento abordado con mayor frecuencia fue en el área de ciencias de la computación.

En relación con el modelo estudiante, Özyurt y Özyurt (2015) plantearon que se empleó con mayor frecuencia un modelo estático, en contraste con un modelo dinámico. Otro aspecto, que analizaron Özyurt y Özyurt fueron las dimensiones de estilo de aprendizaje, al respecto, indicaron que las dimensiones estilísticas de Felder–Silverman se utilizaron con mayor frecuencia. Le siguen otras dimensiones estilísticas con una menor frecuencia de uso, como son la dimensión estilística de Kolb, VAK, VARK, Honey y Mumford, Gregorc y Keefe. Por último, en relación con los resultados de estudios empíricos, Özyurt y Özyurt (2015) indicaron que la mayoría de estudios evidenciaron un alto nivel de satisfacción y usabilidad, además, de efectos positivos en el aprendizaje y una predicción adecuada de los estilos de aprendizaje. En tanto, pocos estudios no aseguraron resultados positivos en el rendimiento de académico.

Por último, hay coincidencia entre el estudio de Özyurt y Özyurt (2015) y Akbulut y Cardak (2012), en relación con que la mayoría de trabajos abordan en los estilos de aprendizaje con énfasis en las dimensiones estilísticas propuestas por Felder y Silverman; además, la mayoría de los autores de los estudios analizados pertenecen a los departamentos de ciencias de la computación/informática o ingeniería; y finalmente, el nivel educativo abordado con mayor frecuencia es el universitario y en pocos casos secundaria y primaria.

En síntesis, la evolución de los ambientes educativos digitales personalizados deja entrever líneas de acción y aspectos que han sido poco abordados, y otros tópicos que requieren seguir indagándose. En este sentido, se requiere contar con estudios empíricos que aporten evidencia sobre los beneficios y/o dificultades sobre la eficacia de los AEDP y su relación con los estilos cognitivos. Fortalecer con hallazgos investigativos la caracterización e implementación de componentes pedagógicos y técnicos en los AEDP. Y aportar evidencia de ambientes educativos digitales personalizados implementados en poblaciones educativas de secundaria y primaria.

## **Componentes de los ambientes educativos digitales personalizados**

Los AEDP se componen de tres modelos: modelo estudiante, modelo de dominio y modelo de personalización, a continuación se explica cada uno:

### **Modelo estudiante**

El modelo estudiante trata de las características diferenciadoras de los estudiantes, que se tendrán en cuenta para efectuar la personalización del AED, como por ejemplo el nivel de conocimiento, el estilo cognitivo, el estilo de aprendizaje y las preferencias, entre otras. Éste modelo es la base de la personalización en aplicaciones educativas basadas en computador (Chrysafiadi y Virvou, 2013). Es una característica distintiva de cualquier sistema adaptativo y representa la información esencial de cada usuario (Brusilovsky y Millán, 2007). El modelo estudiante provee una completa descripción del estado del aprendiz (Anthony et al., 2013).

A través de este modelo se determina la información que se requiera del estudiante de acuerdo con los propósitos educativos que se pretendan, con el fin de efectuar procesos adaptativos y personalizados de los recursos y aplicaciones digitales. Definir esta información y características de los estudiantes para emplear en la personalización de ambientes educativos digitales, es la base hacia la construcción del sistema de adaptación (Chrysafiadi y Virvou, 2013). En suma, en el modelo estudiante se determinan las características del estudiante que se tendrán en cuenta en el proceso de personalización en el ambiente educativo digital.

Respecto de la toma de decisiones sobre qué características de personalización implementar en los AEDP, diferentes autores han considerado diversos orígenes de la adaptación. Por ejemplo Brusilovsky y Millán (2007), propusieron cinco características para realizar el modelo estudiante, estas son (a) conocimientos, trata del nivel de conocimientos de los estudiantes en relación con el nivel de conocimiento esperado; (b) intereses, aborda las tendencias y disposiciones de los usuarios, por ejemplo la ubicación geográfica; (c) objetivos y tareas, consiste en personalizar el sistema con base en los propósitos para trabajar en este tipo de ambientes; (d) antecedentes del estudiante, refiere a características relacionadas con la experiencia



previa del usuario, trata de atributos estables del usuario como el idioma, conocimiento previo, entre otros; y (e) rasgos individuales, trata de aspectos relativamente estables de los estudiantes, como son los estilos cognitivos, los estilos de aprendizaje, los rasgos de personalidad (ej. introvertido/extrovertido), y los factores cognitivos (ej. capacidad de memoria de trabajo). Por su lado, Triantafillou et al. (2003) proponen tres categorías dentro de este modelo: (a) el perfil personal, que incluye datos estáticos como puede ser el nombre y la contraseña; (b) el perfil cognitivo, que contiene datos como las preferencias de estilo cognitivo; y (c) un perfil que refiere al conocimiento previo del estudiante.

De manera semejante, el trabajo de Nakic et al. (2015) que es una revisión sistemática de literatura sobre la anatomía de los modelos de estudiante en ambientes educativos digitales personalizados entre los años 2001 y 2013, se analizaron diversos estudios, en los cuales se identificaron diferentes elementos de personalización, estos son: edad, género, capacidades cognitivas (velocidad de procesamiento, memoria de trabajo, la capacidad espacial, entre otros), habilidades metacognitivas, la personalidad, la ansiedad, los estados emocionales y afectivos, estilos cognitivos, estilos de aprendizaje, experiencia, conocimiento previo, motivación, expectativas, y preferencias. En este sentido, los orígenes de personalización empleados con mayor frecuencia fueron los estilos de aprendizaje, seguido de los conocimientos previos, los estilos cognitivos, las preferencias y la motivación (Nakic et al., 2015). Se desatacan los estilos de aprendizaje y cognitivos como factores de interés en la implementación del modelo estudiante (Chookaew, Panjaburee, Wanichsan y Laosinchai, 2014; Gamalel-Din, 2010; Mampadi et al., 2011; Özyurt, Özyurt, Baki, y Güven, 2013; Tsortanidou, Karagiannidis y Koumpis, 2018; Yang, Hwang y Yang, 2013). En definitiva, existen diversos factores a tener en cuenta en la creación del modelo estudiante, los cuales deben ser determinados y establecidos desde una perspectiva pedagógica, a partir de los objetivos educativos que se pretendan alcanzar.

Luego de identificar diversas características a tener en cuenta en los procesos de personalización en los ambientes educativos digitales, se definen diferentes formas para establecer e implementar el modelo estudiante. En relación con la forma de obtener la información del aprendiz para determinar y establecer el modelo estudiante, se realiza por

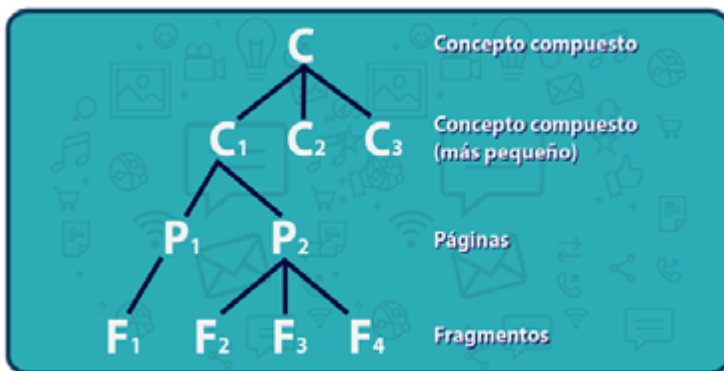
especificación directa o por la observación que hace el sistema a todas sus acciones (Cobaleda y Duitama, 2013). Lo anterior quiere decir, que el modelo estudiante puede ser estático o dinámico. Se considera un modelo estudiante estático, cuando la adaptación o personalización está definida previamente, lo cual implica que durante la ejecución del AEDP no se actualiza el modelo estudiante. En tanto, el modelo estudiante dinámico, requiere de actualización en tiempo real del modelo estudiante. De esta forma, el modelo estudiante puede definirse a través de estereotipos o modelos más individualizados (Kobsa, 2001, citado por Barragán, 2008). Los estereotipos son grupos de estudiantes que se conforman a partir de la(s) característica(s) comunes, por ejemplo el estilo cognitivo, el estilo de aprendizaje, el nivel de conocimientos, entre otros factores. En contraste, los modelos más individualizados, tienden a personalizarse de acuerdo con la(s) característica(s) propias de cada sujeto.

En cuanto a la forma de extraer la información para realizar el modelamiento, puede ser de forma explícita o implícita (Gaudioso, 2002, citado por Berlanga y García, 2004). La extracción de información de forma explícita por parte del estudiante, se efectúa a través de la aplicación de formularios o pruebas de entrada. En tanto, la extracción de información de forma implícita, se obtiene por medio de la interacción del estudiante con el sistema (Kobsa, 2001, citado por Barragán, 2008). Al respecto, Brusilovsky y Millán (2007), abordan el modelo estudiante basado en la incertidumbre, donde, a partir de la interacción del usuario con el sistema, se efectúa la personalización y se actualiza en su ejecución. Para esto, se emplean técnicas a partir de las redes bayesianas, lógica difusa, entre otras. Por otra parte, cuando se emplean características estables en la modelización del estudiante en los sistemas personalizados, como por ejemplo los estilos cognitivos, los niveles de conocimiento previo, el idioma, el género, entre otros, se emplea un modelo estudiante a partir de estereotipos, donde se conforman grupos con aquellas características en común y se determina la instrucción pertinente para el atributo que corresponda. Lo cual implica, que el modelo estudiante asigna al aprendiz a un grupo específico en el cual tenga coincidencia. Este modelo es ideal para los estilos de aprendizaje y las preferencias (Chrysafiadi y Virvou, 2013). En síntesis, el modelo estudiante basado en atributos más individualizados, puede ser considerado como dinámico y extrae la información de forma implícita. En tanto, el modelo estudiante basado en estereotipos, puede ser considerado estático y extrae la información del usuario de forma explícita.

## Modelo de dominio

Anthony et al. (2013) conciben este modelo como la estructura del conocimiento acerca del área temática a ser aprendida. Triantafillou et al. (2003) definen el modelo de dominio como un conjunto de conceptos que sirven como base para estructurar el contenido del sistema. Cada concepto es estructurado como parte de un conjunto de temas. Los temas representan las piezas básicas de conocimiento y su tamaño depende del dominio. Los temas se enlazan entre sí formando una red semántica, la cual representa el dominio de conocimiento. Por su parte, Wu, De Kort, y De Bra (2001), asumen el modelo de dominio como conceptos y relaciones entre estos. Determinan diferentes tipos de conceptos y de relaciones. En cuanto los conceptos, éstos se jerarquizan de la siguiente forma: (a) concepto compuesto, tiene subconceptos y una función que determina como se enlazan; (b) pagina, es un conjunto de fragmentos o de conceptos atómicos; y (c) fragmentos, representan una parte de la información y también son denominados conceptos atómicos. A continuación se presenta la estructura propuesta por WU et al. (2001):

**Figura 2.** Parte de una jerarquía de conceptos.



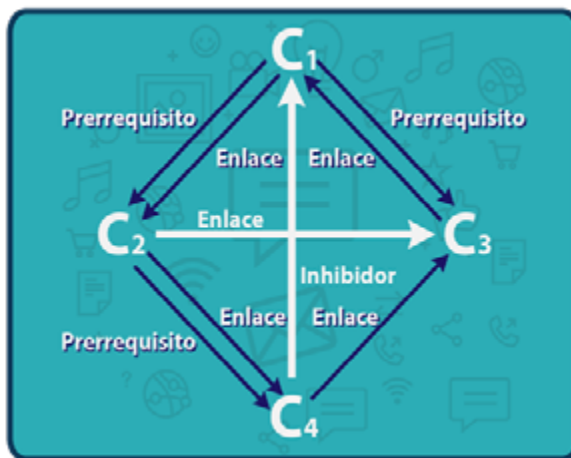
**Fuente:** WU et al., 2001: p. 143

Las relaciones o enlaces entre conceptos se dan y determinan de acuerdo con la adaptación y personalización deseada. WU et al. (2001), a partir del trabajo realizado por De Bra, Houben y Wu (1999), proponen un ejemplo de los posibles tipos de relaciones que se pueden efectuar, ver figura 3. Estas relaciones son: (a) prerrequisito, el estudiante requiere

acceder a un concepto (C1) como requisito para ingresar al siguiente concepto (C2); (b) enlace, es el tipo de relación más común, permite relacionar conceptos de forma libre en diferentes direcciones; y (c) inhibidor, consiste en que un concepto (C4) dejará de ser relevante luego que el estudiante haya visitado este enlace y pasado al siguiente (C1), por tanto el sistema le dará un tratamiento que disminuya la atención del usuario hacia éste, como por ejemplo cambiando el color.

De manera similar, Brusilovsky (2003 y 2012) aborda el modelo de dominio como una estructura de los contenidos compuesta por fragmentos elementales que denomina conceptos, los cuales se relacionan unos con otros, formando una especie de red semántica. Cada uno de estos elementos representa un fragmento del dominio dado y puede ser denominado desde diferentes formas en diversos contextos, como conceptos, ítems de conocimiento, tópicos, elementos de conocimiento, objetivos de aprendizaje, resultados de aprendizaje, en todos los casos denotan fragmentos elementales del dominio de conocimiento. Brusilovsky (2012) propone una representación de la red del modelo de dominio formado por tópicos, conceptos, reglas u otros tipos de elementos de conocimiento, que va más allá del hiperespacio tradicional formado por la interconexión de páginas, ver figura 4.

**Figura 3.** Ejemplo estructura de relación de conceptos.



**Fuente:** WU et al., 2001: p. 143.

**Figura 4.** Modelo de dominio e hiperespacio.

**Fuente:** Brusilovsky, 2012: p. 55.

En síntesis, el modelo de dominio permite representar la estructura de la información de los contenidos por medio de redes semánticas. Está compuesto por elementos de conocimiento, entendidos como conceptos, páginas, fragmentos, ítems, tópicos, entre otros. Los elementos de conocimiento se relacionan entre ellos de diversas y múltiples formas. Y las relaciones se determinan de acuerdo con una serie de reglas y estrategias acordes a la adaptación o personalización que se desee efectuar.

### Modelo de personalización

El modelo de personalización consiste en aquello que puede ser adaptado en un sistema (Graf, 2007). Del mismo modo, Prieto (2006) determina que el modelo de personalización “establece las estrategias de adaptación basándose en el modelo de usuario y el modelo de dominio” (p. 46). Estas estrategias de personalización, se fundamentan en un diseño didáctico, estrategias didácticas y métodos y técnicas de personalización. En relación con el diseño didáctico y las estrategias didácticas, como bien lo señalaron Akbulut y Cardak (2012), los estudios en torno de los AEDP no abordan suficientes elementos pedagógicos. Por su parte, Tsortanidou et al. (2018) plantean que los AEDP no implementan explícitamente teorías de aprendizaje. Por lo tanto, es necesario desde la investigación en educación y las TIC, y

específicamente en la línea de los AEDP, establecer el diseño didáctico y las estrategias didácticas para implementar en este tipo de aplicaciones.

En esta línea de trabajo, Tsortanidou et al. (2018) abordaron un estudio sobre el papel y el valor de las teorías de aprendizaje en el área de los AEDP que incorporan estilos de aprendizaje. Al respecto encontraron que la mayoría de los AEDP están basados en los paradigmas de aprendizaje cognitivista y constructivista. Así mismo, estos autores señalan que las estrategias instruccionales empleadas en los AEDP son, por ejemplo: (a) desde el paradigma de aprendizaje cognitivista: las condiciones del aprendizaje de Gagné y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer; y (b) en cuanto al constructivismo: la teoría de componentes de visualización de Merrill y el aprendizaje experiencial de Rogers.

En el modelo de personalización deben definirse bases pedagógicas claras. Esto se realiza a partir del modelo de dominio y el modelo usuario, estableciendo en primera instancia una teoría de enseñanza y aprendizaje en la cual se puedan constituir las estrategias instruccionales que orienten la personalización de este tipo de aplicaciones. A partir de estos elementos, el paso siguiente de acuerdo con Prieto (2006) es definir la presentación del contenido y las opciones de navegación a través de diferentes métodos y técnicas. Los métodos y técnicas de adaptación de los AED personalizados, están basados en los contenidos establecidos en el modelo de dominio y las relaciones (enlaces) que puedan darse entre los factores a personalizar establecidos en el modelo estudiante.

De esta forma, Brusilovsky (1996 y 2001), a partir del análisis de diferentes estudios previos, define dos áreas de adaptación: (a) adaptación a nivel de contenido denominada presentación adaptativa, y (b) adaptación a nivel de enlaces denominada soporte a la navegación adaptativa. Diversos trabajos investigativos (Çelebi, 2014; Cesur, 2013; De Bra, 1998; Mampadi et al. 2011; Özyurt, 2013, citado por Güyer y Çebi, 2015; Phobun y Vicheanpanya, 2010) han empleado para el diseño y desarrollo de los AEDP estrategias de adaptación basadas principalmente en los métodos y técnicas de adaptación propuestas por Brusilovsky. A continuación se presenta la taxonomía de técnicas de personalización para los AED:

**Figura 5.** Taxonomía de las técnicas de personalización.



**Fuente:** Brusilovsky, 2001: p. 100.

La presentación adaptativa hace énfasis en la información textual, permite presentar el contenido y los elementos de contenido a través de explicaciones adicionales y/o comparativas, y presentar diferentes versiones de un contenido, entre otras alternativas. A continuación se exponen los métodos y técnicas propuestos por Brusilovsky (1996 y 2001), como elementos para establecer las reglas y estrategias de adaptación.

#### **Los métodos de *presentación adaptativa*:**

- ***Insertar y remover fragmentos*:** permite agregar o eliminar partes del dominio de conocimiento de acuerdo con las características del estudiante a personalizar. Las técnicas propuestas para llevar a cabo este método son: (a) explicaciones adicionales, consisten en adicionar o prescindir de fragmentos del contenido. Por ejemplo, esto puede ocurrir en caso de un estudiante que no cuente con suficiente conocimiento sobre un tema, se le adicionarán explicaciones al respecto. En caso contrario, si el estudiante tiene un nivel de conocimientos superior al promedio puede omitirse información que el estudiante ya conozca; (b) explicaciones prerrequisito, son definiciones de conocimientos previos que

el usuario debería conocer antes de ingresar a un nuevo tema. Por lo cual serán presentadas al usuario en caso de requerirse; y (c) explicaciones comparativas, se ofrecen en caso de presentar conceptos similares donde se requiera confrontar las similitudes y diferencias entre estos.

- **Variante de explicaciones:** el sistema almacena diferentes versiones de algunas partes de la página de contenido, y de esta forma mostrará la versión que corresponda de acuerdo con el perfil del estudiante.
- **Ordenar fragmentos:** consiste en ordenar los diferentes elementos de conocimiento del hiperespacio, el orden se establece en razón al conocimiento y antecedentes del estudiante, priorizando el orden que más se adecue a sus características.

Los métodos descritos se implementan a través de las siguientes técnicas en los AEDP:

- **Texto condicional:** la información de un concepto se divide en fragmentos de texto. Los fragmentos son asociados al nivel de conocimiento del estudiante a través de un valor booleano (verdadero/falso) y sólo se presentará la información al estudiante, en tanto la condición sea verdadera.
- **Texto expansible:** donde el estudiante podrá obtener una explicación adicional dentro de la misma página al seleccionar una palabra resaltada esta se reemplazará por el texto que permita ampliar la explicación y tiene la posibilidad de contraerse nuevamente.
- **Variantes de fragmentos y variantes de páginas:** el sistema mantiene dos o más variantes de un fragmento o página con diferentes presentaciones del mismo contenido. La técnica de variante de páginas es empleada con un modelo estudiante basado en estereotipos.
- **Técnica basada en marcos:** toda la información de un concepto se representa en un marco, cada marco contiene la explicación del concepto, ejemplos, enlaces a otros marcos, etc. Para la



presentación de los marcos al estudiante se aplican reglas de presentación donde se determina qué información es presentada y en qué orden.

En cuanto a los métodos de soporte a la navegación adaptativa se encuentran:

- **Guía global:** los usuarios necesitan información la cual está contenida en uno o más nodos del hiperespacio. Este método ayuda al estudiante a encontrar el camino más corto en relación con la información deseada, realiza sugerencias al usuario de los diferentes nodos a visitar de acuerdo con el conocimiento, objetivos de aprendizaje y estrategias del sistema de tutoría. El método empleado con mayor frecuencia es con el botón “siguiente”.
- **Guía local:** es similar al anterior pero la guía se realiza a nivel local desde un nodo específico y no todo en el hiperespacio. Puede tomar en consideración características como las preferencias, el conocimiento y los antecedentes del estudiante.
- **Soporte de orientación local:** permite brindar información al estudiante sobre su ubicación local y relativa en el hiperespacio. Para esto, se le puede dar información de los nodos habilitados desde su posición actual o limitar el número de oportunidades de navegación.
- **Soporte de orientación global:** ayuda al estudiante a entender la estructura general del hiperespacio y su posición absoluta en este. Para esto se pueden aplicar técnicas de ocultación y anotación.
- **Gestión de visitas personalizadas:** permite organizar un lugar de trabajo para el estudiante que requiere acceso a una menor parte del hiperespacio para realizar su trabajo.

Los métodos descritos se implementan por medio de las siguientes técnicas que ayudan a dar soporte a la navegación adaptativa en los AEDP:

- **Ordenación de enlaces:** los enlaces a los diferentes elementos de conocimiento o nodos, pueden reordenarse de acuerdo con criterios como la relevancia y las preferencias de los estudiantes.

- **Guía directa:** determina los enlaces de mayor relevancia a partir del nodo actual, de tal forma que proveería una navegación lineal.
- **Ocultamiento de enlaces:** de acuerdo con el modelo estudiante se determinan qué conceptos y nodos deberían ser visibles y cuáles no. Ésta técnica puede ser empleada para implementar los métodos de guía global y guía local.
- **Anotación:** se definen diferentes estados para cada nodo representado por cada página del hiperespacio, como por ejemplo los estados de un enlace visitado y no visitado, donde es visible para el usuario el estado a partir de un cambio en la tipografía. Lo cual permite que el estudiante tenga visibilidad de todos los nodos y no se requiera ocultamiento de estos. Pueden establecerse otros tipos de estado de acuerdo con los propósitos educativos.
- **Generación de enlaces:** permite crear nuevos enlaces, se determinan tres casos. El primero, consiste en descubrir nuevos enlaces entre documentos y agregarlos permanentemente al conjunto de enlaces existentes. El segundo, generar enlaces por similitud basados en la navegación entre ítems. Y el último, da recomendaciones dinámicas sobre enlaces de interés.
- Mapa de adaptación: permite la adaptación de los mapas de navegación o estructuras de representación de conceptos y enlaces de forma local y global, con el fin de proveer al estudiante su ubicación en el hiperespacio.

Otras formas de establecer el modelo de personalización, a mayor escala, es a través de técnicas computacionales más individualizadas. Estas permiten trabajar con un modelo de estudiante que se actualice de manera permanente, de acuerdo con múltiples criterios de la interacción en tiempo real. Para lograr esto, se requieren equipos de trabajo interdisciplinarios, donde se implementen técnicas a partir del big data, minería de datos, analíticas de aprendizaje, entre otros. Proyectos con estas características a nivel comercial y empresarial han sido implementados, por ejemplo *KNEWTON*, *Adapt Courseware*, *anewspring*, *la integración de Redbird Advanced Learning*, *ZogoTech* y *canvas*. Además, el posicionamiento de productos de aprendizaje

personalizado por Mc Graw Hill education, el proyecto A20 de Santillana, entre otros. Lo cual evidencia el interés de diferentes organizaciones del área de la computación y la educación en personalizar los procesos de enseñanza. En resumen, la tecnología de la hipermedia adaptativa, genera una serie de métodos y técnicas que permiten la adaptación del contenido (nodos, páginas, conceptos, elementos de contenido, fragmentos) y la adaptación de la navegación (enlaces y relaciones entre las diversas partes del contenido). Y se encuentran, otras tecnologías empleadas para personalizar la enseñanza, las cuales permiten una personalización detallada del usuario a partir de minuciosas técnicas computacionales y estadísticas.

En conclusión, a partir de la interacción del modelo estudiante y el modelo de dominio se establece el modelo de personalización, el cual se compone de dos elementos, uno pedagógico y otro técnico. Es así, que se determinan estrategias instruccionales basadas en teorías de enseñanza y aprendizaje, para luego implementarlas a partir de métodos y las técnicas a nivel computacional.

## **Control de los componentes de personalización en los AEDP**

La línea de trabajo sobre el control en aplicaciones educativas basadas en las TIC ha sido de interés constante y creciente en la investigación. Sus inicios se remontan a los programas computarizados, aplicaciones de software, hipertextos e hipermedia tradicionales, en relación con su interés por indagar sobre los efectos del control del estudiante y el control del programa en el proceso de enseñanza y aprendizaje en aplicaciones computacionales. Este tipo de control ha sido denominado instrucción controlada por el estudiante e instrucción controlada por el programa. Con el surgimiento de los AEDP continúa el interés investigativo sobre el control del estudiante y el sistema en este tipo de tecnologías.

Propiamente en el contexto de los sistemas hipermedia educativos personalizados se encuentran dos dimensiones de control de la personalización, una dimensión es adaptable y la otra adaptativa (Papanikolaou y Grigoriadou, 2008). En particular, Oppermann (1994a y 1994b) concibe los sistemas adaptables como aquellos que proveen al usuario herramientas que hacen posible cambiar las características

del sistema de acuerdo con sus tareas y necesidades personales, dando el control de la adaptación al usuario, además el usuario tiene la responsabilidad de iniciar la adaptación y emplearla. En tanto, en los sistemas adaptativos, el sistema es capaz de cambiar sus propias características automáticamente, acorde a las necesidades del usuario, la modificación de la presentación de la interfaz o el comportamiento del sistema depende de la forma en que el usuario interactúa con el sistema, y el sistema inicializa y realiza los cambios apropiados al usuario en relación con sus tareas y demandas específicas.

De forma similar, Oppermann, Rashev y Kinshuk (1997), en su trabajo sobre adaptabilidad y adaptación en sistemas de aprendizaje, describen los sistemas adaptables como aquellos que permiten al usuario cambiar ciertos parámetros del sistema y adaptar su comportamiento acorde a las elecciones realizadas; en tanto, los sistemas adaptativos se personalizan a los usuarios automáticamente según las suposiciones del sistema acerca de las necesidades de los usuarios. Adicionalmente, estos autores describen un espectro de adaptación en los sistemas computarizados que oscila desde los sistemas adaptables a los sistemas adaptativos, ver figura 6. En el espectro de adaptación se observa una escala con diferentes niveles de control por parte del usuario o del sistema, los siguientes son los valores: (a) el sistema inicia la adaptatividad, sin control del usuario, (b) el sistema inicia la adaptatividad con información previa al usuario sobre los cambios, (c) el usuario selecciona la adaptación entre las propuestas sugeridas por el sistema, (d) el usuario desea la adaptabilidad soportada por herramientas (llevadas a cabo por el sistema), y (e) el usuario inicia la adaptabilidad (el sistema no la inicializa). Es así que, un AEDP cuenta con diferentes *niveles de control de la personalización*, asignándole mayor o menor posibilidad de actuación sobre el control al usuario o al sistema.

Por otra parte, De Bra (1999) indica que en la hipermedia adaptable el usuario puede suministrar algún perfil a través de un diálogo o cuestionario, así de esta forma, el sistema proporciona una versión de la aplicación de la hipermedia correspondiente al perfil seleccionado, estas configuraciones pueden incluir ciertas preferencias de presentación (color, tipo de medios, estilo de aprendizaje, etc.) y antecedentes del usuario (calificaciones, conocimientos sobre conceptos, etc.). En contraste en la hipermedia adaptativa, el sistema supervisa el comportamiento del usuario efectuado principalmente por la navegación en la aplicación, y

así deduce la evolución de las preferencias y el conocimiento del usuario, con el fin de realizar la personalización de la presentación. En ocasiones el sistema puede necesitar cuestionarios o pruebas para obtener un perfil con mayor precisión del usuario. De manera que De Bra destaca la importancia de contar con una definición adecuada del perfil del estudiante, así requiera realizarse de modo explícito todo o una parte del perfil del alumno, con el fin de efectuar la personalización bien sea por el control por parte del estudiante o del sistema.

**Figura 6.** Espectro de adaptación.



**Fuente:** Oppermann et al., 1997: p. 173.

En esta misma línea de trabajo, Tsandilas y Schraefel (2004) abordaron la controlabilidad de los AEDP, específicamente en los sistemas adaptables la personalización está determinada principalmente por el usuario y menos por el propio sistema, brindando un mayor control a los usuarios sobre el proceso de adaptación, lo que puede reducir el efecto de las decisiones incorrectas del sistema. Además, el costo de una mayor capacidad de control por el usuario requiere de un esfuerzo adicional por el estudiante, por lo cual es posible que el usuario pueda necesitar conocer el componente de adaptación antes de manipularlo. En relación con el nivel de control de la personalización Tsandilas y Schraefel (2004) destacan que un AEDP puede incorporar características adaptativas y permitir cierto nivel de control del usuario, planteamiento similar al espectro de adaptación propuesto por Oppermann et al. (1997).

Respecto de estos niveles de control Tsandilas y Schraefel (2004) proponen tres tipos diferentes de controlabilidad en los sistemas adaptativos y adaptables: (a) los usuarios personalizan la interfaz

seleccionando la vista que mejor satisfaga sus necesidades o seleccionando qué funcionalidad aparece en la interfaz, el sistema no proporciona asistencia automática para apoyar la tarea, (b) los usuarios no tienen control directo sobre la interfaz real, sino que controlan el modelo de usuario en cual el sistema basa su comportamiento personalizado, y (c) los usuarios controlan el nivel de control del sistema o del método de personalización. Hasta ahora concluimos que tanto el sistema como el usuario pueden controlar la personalización de los AEDP en diferentes niveles, lo que implica mayor o menor acceso al control de los parámetros de personalización. Al respecto, un estudio empírico realizado por Jameson y Schwarzkopf (2002) citado por Tsandilas y Schraefel (2004) indicó que algunos usuarios pueden querer tener control sobre las acciones del sistema, mientras que otros pueden preferir asistencia automática.

Dicho lo anterior, ahora miraremos en mayor detalle la relación del tipo de control con el modelo estudiante (ME). Es así que la adaptabilidad y adaptatividad se relacionan con la definición y actualización del ME, pues en este modelo se establece el perfil del estudiante a través de una serie de parámetros, los cuales se emplean para efectuar la personalización. En este sentido, Garzotto, Retalis, Papasalouros y Siassiakos (2004) determinan que en el sistema hipermedia adaptable, el estudiante tiene el control sobre la definición del ME, siendo responsable de proporcionar al sistema los parámetros que directa o indirectamente definen su ME. En cambio, en la hipermedia adaptativa, el sistema infiere aspectos del ME al observar el comportamiento del estudiante en la interacción con el sistema.

De modo similar, Cristea y Garzotto (2004), señalan que la hipermedia adaptativa difiere de la hipermedia adaptable en el grado de control del estudiante sobre el ME. En la hipermedia adaptativa, el sistema infiere dinámicamente el ME a partir del comportamiento del estudiante. En la hipermedia adaptable, el estudiante participa explícitamente en la definición y actualización de su ME. Muchas aplicaciones son “híbridas”, es decir, ofrecen una combinación de adaptatividad y adaptabilidad. Específicamente, en relación con ME, Cristea y Garzotto (2004) comentan que en el sistema adaptativo, el sistema construye el ME y en el sistema adaptable, el ME está bajo el control del estudiante. Además, los autores resaltan que una clave para el diseño de los AEDP es definir cómo inferir los atributos del estudiante a partir de su comportamiento para el

caso de la hipermedia adaptativa, y/o definir qué atributos proporciona explícitamente el estudiante y cómo, para la hipermedia adaptable.

Por su parte, Cristea y Stewart (2006) indican que en la personalización realizada vía adaptabilidad, se predefine en el momento en que el estudiante ingresa al curso o explicita sus elecciones, por ejemplo a través de un cuestionario o un quiz; en el caso de la personalización mediante la adaptatividad, consiste en un tipo de adaptación dinámica, que cambia durante el proceso de interacción con el estudiante. Adicionalmente, estos autores indican que los AEDP requieren de un ME responsable de caracterizar al estudiante, ya sea de forma estática o de forma dinámica.

Para terminar, Akbulut y Cardak (2012) definen la adaptatividad como la capacidad de los sistemas de instrucción para modificar las lecciones mediante el uso de parámetros específicos de las necesidades del alumno, y la adaptabilidad como la posibilidad de que los alumnos elijan por sí mismos ciertos parámetros de las experiencias de aprendizaje. En resumen, Akbulut y Cardak (2012) asumen la adaptividad como las modificaciones controladas por el programa, y la adaptabilidad como las modificaciones controladas por el estudiante.

Hasta este punto se han examinado las dos dimensiones de control de la personalización, que podemos sintetizar de la siguiente manera:

- **Control por el estudiante o dimensión adaptable:** permite el control de los parámetros de personalización a cargo del estudiante. El estudiante puede inicializar sus elecciones de personalización y/o efectuarlas en la ejecución de la aplicación. En el caso que el estudiante inicialice la personalización, éste puede suministrar un perfil de forma explícita a través de un cuestionario, proporcionando información que permita definir el ME, y luego el sistema proporciona una versión de la aplicación hipermedia acorde al perfil descrito. En caso de realizar el control de la personalización durante la ejecución de la aplicación, el estudiante puede modificar los atributos de la personalización de acuerdo con su experiencia de aprendizaje.
- **Control por el sistema o dimensión adaptativa:** el sistema tiene el control de los elementos a personalizar. El sistema

puede iniciar y/o propiciar en ejecución la personalización. Cuando el sistema inicializa la personalización lo puede hacer de forma automática según las suposiciones del sistema sobre las necesidades del usuario; en ocasiones se puede requerir de cuestionarios o pruebas para obtener una mayor precisión del perfil del estudiante. Durante la ejecución de la aplicación, el sistema supervisa el comportamiento del usuario a través de la navegación, interacción y/o conocimiento alcanzado, con el fin de inferir atributos y ajustar la personalización a los requerimientos del estudiante.

- **Niveles de control:** Se establecen diferentes niveles de control en relación con los parámetros de personalización, que pueden variar desde tener un mayor control a cargo del sistema hasta contar con un mayor control por parte del usuario. Este control se puede efectuar en dos momentos: (a) al iniciar la aplicación, determinando previamente los parámetros de personalización a seguir; y/o (b) en ejecución de la aplicación. Al respecto, si la personalización es controlada por el estudiante en ejecución de la aplicación, Corbalan, Kester y Van Merriënboer (2009), señalan que se exigen recursos cognitivos ya que supone una carga adicional en el procesamiento cognitivo; esto se explica porque se requiere mayor atención y procesamiento de información, ya que el estudiante tiene dos tareas, una interactuar con la aplicación, y otra tarea adicional que consiste en efectuar la personalización de parámetros acordes a su perfil, intereses, necesidades, etc. Por último, es importante aclarar que el usuario siempre tiene un control considerable, incluso si es indirecto (Kay, 2001), pues el estudiante tiene determinada libertad para navegar y/o ingresar a diferentes nodos o partes de la aplicación aunque estén establecidas las reglas de personalización en el AEDP.

Adicionalmente, diversos autores como Garzotto et al. (2004), Cristea y Garzotto (2004), Tsandilas y Schraefel (2004), Cristea y Stewart (2006), Bull y Kay (2010), Kay y Kummerfeld (2012), Ahmad (2014), Kay (2014), De Bra (2017), Barria-Pineda, Guerra-Hollstein y Brusilovsky (2018) y Bodily et al. (2018), entre otros, han destacado la importancia del modelo estudiante, y el acceso y/o control sobre éste, como elemento clave para efectuar la personalización en los AEDP. Al respecto, en el proceso de evolución del ME se ha planteado un Modelo Abierto



del Estudiante (Open Learner Model - OLM). En este sentido, Kay (2014) indica que el Modelo Abierto de Estudiante (MAE), ha estado oculto del estudiante, pues este no tiene acceso al modelo. Además, el objetivo del ME es proporcionar información para permitir un entorno de aprendizaje personalizado. La autora señala que los sistemas están abriendo cada vez más sus MEs al alumno, lo cual permite que el estudiante y/u otros puedan ver información sobre él, promoviendo así el control del estudiante sobre su proceso de aprendizaje a través de la posibilidad de visualizar y/o editar el ME.

De acuerdo con Kay (2014), algunos de los objetivos de los MAE son: (a) *proporcionar a los estudiantes un mayor control sobre su aprendizaje*, (b) aumentar la precisión del ME, (c) promover la reflexión del alumno, (d) abordar el derecho de los estudiantes a ver datos sobre sí mismos, (e) permitir a los estudiantes comparar sus conocimientos con el contenido del dominio, entre otros. Además, en el diseño de los AEDP que empleen un MAE se debe tener en cuenta orientaciones como: qué tanto del modelo estudiante será accesible o editable, qué tipo de acceso se permitirá y en qué momento(s), quién proveerá la iniciativa para acceder al MAE, entre otras (Kay, 2014). Kay y Kummerfeld (2012) plantean que los MAE permiten solventar algunos problemas clave de personalización relacionados con la privacidad, la invisibilidad de la personalización por parte del estudiante, los errores en los modelos de usuario y el control del ME. Concretamente, sobre el problema del control del ME, Kay y Kummerfeld (2012) exponen que en los sistemas actuales las personas no controlan la información personal que constituye sus modelos de usuario, ni la personalización basada en ellos.

Según lo expuesto y en el contexto de la presente investigación, el MAE permite al estudiante acceder, visualizar y editar la información del ME, lo cual permite incrementar el control del estudiante en el proceso de aprendizaje. Para esto es importante establecer el tipo de acceso y edición a realizar, además de determinar en qué momentos se efectúa, y cómo se mantiene durante la ejecución, definiendo así el tipo de control por parte del estudiante.

Ahora bien, como resultado del análisis de las dimensiones de adaptabilidad, adaptatividad, el nivel de control, el ME y el MAE, proponemos diferentes ***“tipos de control sobre los componentes de personalización en un AEDP”***, en principio, se debe tener en cuenta

unas consideraciones generales: (a) el estudiante siempre tiene un nivel de control sobre el AEDP, así sea mínimo. Aunque el control este dado por el sistema, existe por la misma naturaleza de la hipermedia una mínima flexibilidad en algunas decisiones que el estudiante puede tomar en la aplicación, así no sean explícitas; (b) recordemos que un AEDP se compone de tres modelos: modelo estudiante, modelo de dominio y *modelo de personalización*, (c) para determinar la personalización a efectuar, no solo se precisa en el ME, sino en los tres modelos. Es así, que la personalización se establece en el modelo de personalización a partir de la interacción del *modelo estudiante* y *el modelo de dominio*; basado en esto, el modelo de personalización determina estrategias instruccionales que se implementan a nivel computacional a través de métodos y de técnicas. De acuerdo con lo anterior, es preciso atender a estas preguntas con el fin de establecer el tipo de control de los componentes de personalización: quién controla, cómo se efectúa el control, qué se controla y cuándo se realiza el control. Miremos a continuación cada pregunta:

### **¿Quién controla?**

El control de los componentes a personalizar lo puede realizar el estudiante, el sistema o de forma compartida.

### **¿Qué se controla?**

Tanto el sistema como el usuario pueden controlar diferentes componentes de la personalización, bien sea directamente desde la aplicación, en el caso del estudiante, o a través de reglas determinadas por métodos y técnicas en la etapa de desarrollo de la aplicación, en el caso del sistema. Teniendo en cuenta esto, *los componentes que se pueden personalizar, se establecen a partir de cada modelo del AEDP*, a continuación se presentan algunos componentes que son posibles personalizar:

- **Modelo Estudiante (ME):** idioma, género, edad, ubicación geográfica, intereses, estilo de aprendizaje, estilo cognitivo, nivel de experiencia, rasgos de personalidad, factores cognitivos (atención, capacidad de memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, capacidad espacial, etc.), habilidades metacognitivas, ansiedad, estados emocionales y afectivos, motivación, expectativas, y preferencias, entre otros.

- **Modelo de Dominio (MD):** conocimiento previo y nivel de conocimiento.
- **Modelo de personalización (MP):** se abordan las estrategias instruccionales, ya que los métodos y técnicas de personalización se efectúan por defecto con base en estas. Por consiguiente, los posibles componentes que se pueden personalizar son: trabajo en grupo o individual, navegación libre o dirigida, formato de presentación de información (visual, textual, combinado), tipo de explicación (superficial profunda, analítica, holística, etc.), retroalimentación, tipo de prácticas de tareas, tipo de problemas, presencia o ausencia de información de apoyo, presencia o ausencia de autoevaluaciones, tipo de evaluación, entre otros.

### ¿Cómo se efectúa el control?

En caso en que lo efectúe el *estudiante*, este debe realizarlo directamente desde la aplicación a través de formularios o cuestionarios, donde se le pregunta por sus preferencias, y/o a través de algún menú o componente que permita la selección de opciones y/o preferencias; además el estudiante podría tener acceso a visualizar el estado actual de los componentes de personalización. Si el control sobre el AEDP lo efectúa el sistema, este se realiza de forma automática según las inferencias y suposiciones que el sistema hace sobre los requerimientos y las necesidades del estudiante. Por otro lado, si se realiza de forma compartida, tanto el estudiante como el sistema configuran los elementos establecidos a personalizarse.

### ¿Cuándo se realiza el control?

El control de los componentes de personalización en cada uno de los modelos puede realizarse al inicializar el AEDP o durante su ejecución. Si se realiza en el momento de la *inicialización del AEDP*, se provee un cuestionario al estudiante con el fin de diligenciar explícitamente las opciones que se tendrán en cuenta para efectuar la personalización; en el caso del sistema, éste inicializa de forma automática la personalización, sólo en caso de requerirlo puede emplear algún formulario o prueba para que el estudiante lo diligencie y así complementar los componentes a personalizar. Por otro lado, si el control de la personalización ocurre durante la ejecución del AEDP, se establece la frecuencia (siempre, casi siempre, algunas veces o casi nunca), y en qué momentos de acuerdo con la estructura del AEDP se efectúa la personalización de los

componentes. Para esto, el estudiante puede acceder a algún formulario, menú u otro tipo de selección de opciones de personalización, en tanto el sistema lo efectúa de forma automática de acuerdo con la frecuencia y momentos establecidos para efectuar las inferencias y proveer la personalización que corresponda.

En síntesis, en la figura 7 se presenta un diagrama que esboza de manera general el tipo de control *sobre los componentes de personalización* que se puede llevar a cabo en un AEDP, donde se observa que se presenta el ME con el perfil del estudiante y el MD con una estructura de conocimiento estructurada. Luego, estos dos modelos ingresan al modelo de personalización e interactúan entre sí, donde en primera instancia se elaboran diferentes estrategias de instrucción acordes al ME y MD, y luego se determinan los métodos y las técnicas que se llevan a cabo en la personalización. Posteriormente, este proceso se ve reflejado en la interfaz del AEDP. Entendido el funcionamiento del AEDP, en la figura 7, miraremos el control por parte del estudiante y del sistema:

- En el caso del estudiante, primero accede a través de la interfaz a un cuestionario, formulario, menú u otro elemento que le permita seleccionar la personalización, esta elección le permite modificar elementos de todos o algunos de los modelos: ME, MD, MP (estrategias instruccionales). Si la elección de personalización corresponde al ME o MD, entonces se procede a definir (si es al inicializar el AEDP) o a redefinir (si es en ejecución) las estrategias instruccionales, y se aplican los métodos y técnicas de personalización, hecho esto se actualiza la interfaz del AEDP. Es conveniente establecer la frecuencia y momentos en que el estudiante puede efectuar la personalización.
- Si el sistema tiene el control, entonces efectúa automáticamente la personalización de los componentes determinados, como dijimos anteriormente, sólo en caso de requerirlo puede emplear algún formulario o prueba para que el estudiante lo diligencie y complemente los componentes a personalizar.
- En caso de realizar la personalización de forma combinada, entonces se establece el grado de participación del sistema y del estudiante en relación con el control de los componentes a personalizar.

**Figura 7.** Tipo de control sobre los componentes de personalización.  
Basada en Akbulut y Cardak, 2012; Brusilovsky, 2001 y 2012; Graf, 2007;  
Kay, 2014; Nakic et al., 2015; Prieto, 2006, Oppermann, 1994a y 1994b;  
Oppermann et al., 1997; Özyurt y Özyurt, 2015; Tsortanidou et al. 2018.



**Fuente:** Elaboración propia.



## Estilos cognitivos



Uno de los factores considerado en los ambientes educativos digitales para la personalización de la enseñanza y el aprendizaje es el estilo, tanto de aprendizaje como cognitivo. Mientras que los estilos de aprendizaje son el “modo preferido de las personas para percibir y procesar información a la hora de enfrentarse a situaciones de aprendizaje de diferente naturaleza” (Grupo de Estilos Cognitivos, 2013b). Los estilos cognitivos tratan sobre la forma de percibir y procesar la información. De forma específica han sido definidos como “un conjunto de estrategias que diferencian a los individuos en la forma como procesan información” (Ford, Wood, y Walsh, 1994, citado por Grupo de estilos cognitivos, 2013a). El estilo en general se caracteriza por ser diferencial, relativamente estable, integra diferentes dominios de la personalidad y es valorativamente neutral

(Hederich, 2004). De modo que, las características diferenciales de los estudiantes en relación con la forma como prefieren percibir y procesar la información o la forma como procesan la información, permite determinar atributos personalizados que favorecen el proceso de enseñanza.

Al respecto Papanikolaou, Mabbott, Bull y Grigoriadou (2006) indican que los estilos son un recurso valioso para diseñar entornos de aprendizaje que brinden apoyo individualizado a los estudiantes. Diferentes estudios (Graf y Kinshuk, 2007; Mampadi et al., 2011; Yang et al., 2013) han encontrado que la personalización con base en las características estilísticas de los estudiantes favorece el logro de aprendizaje. A continuación, abordaremos generalidades de los estilos cognitivos, la dimensión dependencia e independencia de campo (DIC), y estudios sobre estilos de aprendizaje y cognitivos, y su relación con el logro de aprendizaje y los ambientes educativos digitales (AED), lo que nos permitirá identificar ventajas y desventajas de los estilos cognitivos en los aspectos mencionados.

## **Definición y dimensiones**

Como hemos indicado anteriormente, los estilos cognitivos tratan sobre la forma de percibir y procesar la información. Desde la mirada de diversos autores estos se han concebido como “un modo habitual de procesar información y resulta ser una característica consistente y estable del individuo que se transluce en todas las tareas” (Hederich, 2004 p. 11). “Aptitudes estables, preferencias o estrategias habituales que determinan los modos como los individuos perciben, recuerdan, piensan y resuelven problemas” (Messick, 1976, p. 5). “Formas como los individuos procesan la información y le otorgan sentido al mundo. Consistencias en enfoques habituales o preferencias para la adquisición y el procesamiento de la información” (Jonassen y Grabowski, 1993, citado por Grupo de estilos cognitivos, 2013a).

Por su parte, Lozano (2001) indica que “los estilos cognitivos se relacionan con patrones específicos inconscientes y automáticos por medio de los cuales las personas adquieren conocimiento; el énfasis reside en los procesos involucrados en todo el manejo de información en la mente de un individuo” (p. 38). Otra definición, es “modo habitual o típico de una persona para resolver problemas, pensar, percibir y recordar”



(Tennant, 1988, citado por Hederich y Camargo, 2000a p. 4). Witkin, Moore, Goodenough y Cox (1977) citados por Kozhevnikov (2007) caracterizaron los estilos cognitivos como las diferencias individuales en la forma en que las personas perciben, piensan, resuelven problemas, aprenden y se relacionan con otros. En suma, los estilos cognitivos tratan de la categorización y agrupamiento de características individuales que refieren al modo habitual y espontáneo de procesar información a partir de percibir, focalizar su atención y hacer uso de su memoria, con el fin de solucionar problemas y enfrentarse a la vida ejecutando diferentes tipos de tareas independientemente del contenido.

Diversos autores han propuesto dimensiones estilísticas que permiten caracterizar a las personas en relación con la forma como perciben y procesan información. Algunas dimensiones estilísticas son: holista/serialista, reflexivo/impulsivo, adaptador/innovador, nivelador/aflador e independencia/dependencia de campo. A continuación se realiza una breve descripción de cada dimensión.

En la dimensión holista/serialista planteada por Pask (1976), los sujetos de polaridad holista hacen una aproximación global hacia el aprendizaje, son denominados aprendices de comprensión a partir de una construcción descriptiva, tienen una visión global, y procesan la información de forma simultánea (Lozano, 2001). Por su parte, los individuos de polaridad serialista hacen una aproximación local al aprendizaje, son denominados aprendices de operación a partir de una construcción procedimental, tienen una visión local, y procesan información de forma lineal, quiere decir trabajan paso a paso (Lozano, 2001).

En la dimensión reflexividad/impulsividad, propuesta por Kagan (1966), los sujetos que se enfrentan a una situación problemática, pueden emitir respuesta de forma reflexiva o impulsiva. Los sujetos “reflexivos muestran tiempos de respuesta largos y una baja tasa de errores, mientras que los impulsivos cometen más errores y responden más rápidamente” (Ramiro, Navarro, Menacho, y Aguilar, 2010). Por su parte, la dimensión estilística adaptador/innovador tratada por Kirton, en 1994, se encuentra que las personas adaptadoras se caracterizan por acomodarse a su entorno, y se enfrentan a situaciones basadas en problemas a partir de opciones construidas por otros; por su parte, los innovadores prefieren resolver problemas de forma diferente a la habitual, evitando repetir soluciones previas (Grupo de estilos cognitivos, 2013c).

En cuanto a la dimensión nivelador/aflador planteada por Holzman y Klein, en 1954 aborda las diferencias en el procesamiento de la memoria realizado por los sujetos, los individuos niveladores, tienen una percepción generalizada y poco clara del tiempo, un razonamiento abstracto y sus imágenes en memoria son inestables (Lozano, 2001). En contraste, los afladores tienen una percepción específica y clara del tiempo, un razonamiento concreto y sus imágenes en memoria son estables (Lozano, 2001). Para terminar, la dimensión independencia/dependencia de campo, estudiada por Witkin desde 1948, aborda principalmente el procesamiento de la información de tipo analítico y global. En este sentido, los sujetos independientes tienen una “tendencia a un procesamiento de tipo analítico, independiente de factores contextuales” (López, Hederich y Camargo 2011), y los sujetos dependientes de campo, tienen una “tendencia a un procesamiento de tipo global, muy influenciado por el contexto” (López et al., 2011). Además de las dimensiones de estilo cognitivo aquí mencionadas, se encuentran otras más.

Así mismo, hay una amplia variedad de dimensiones de estilo de aprendizaje. Coffield et al. (2004) citado por Kirschner y Van Merriënboer (2013) indican que hay 71 dimensiones de estilos de aprendizaje. Estas dimensiones han sido agrupadas en diferentes modelos integradores. Un primer modelo integrador es el modelo de los procesos y estilos cognitivos de Miller, que agrupa dimensiones estilísticas en relación con el procesamiento de la información a partir de tres tipos de procesos cognitivos principales: percepción, memoria y pensamiento. Un segundo modelo integrador es el modelo de Riding y Cheema quienes proponen agrupar los estilos según dos dimensiones, una primera dimensión basada en las preferencias de procesamiento (holístico y analítico), y una segunda dimensión basada en las preferencias de representación (verbal y visual), adicionalmente a estas dos dimensiones propone un grupo de estrategias de aprendizaje.

Y un tercer modelo integrador es el modelo de “cebolla” de Curry, indica que las dimensiones estilísticas pueden agruparse en tres capas parecidas a las de una cebolla, las cuales muestran “una relación progresiva desde las funciones cognitivas más estables (centro de la cebolla) a las menos estables (capas externas) en los sujetos” (López et al., 2011), la primera capa, la más profunda y estable, aborda las dimensiones basadas en la personalidad donde se encuentran los estilos cognitivos; la capa

del medio trata de las “preferidas de los sujetos para recibir información en un entorno de aprendizaje” (López et al., 2011), donde se localizan los estilos de aprendizaje, y en la capa externa se ubican las preferencias instruccionales. De esta manera, los modelos integradores de las dimensiones estilísticas muestran que los estilos cognitivos presentan mayor estabilidad, ya que abordan aspectos cognitivos del sujeto; por su parte, los estilos de aprendizaje tienen un menor grado de estabilidad, ya que pueden variar de acuerdo con las preferencias de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de la caracterización de las dimensiones estilísticas y el perfil en cada polaridad, han emergido propuestas educativas en contextos presenciales y digitales, que han permitido identificar el estilo, ampliar la caracterización de cada polaridad, identificar ventajas y desventajas de cada dimensión en el ámbito escolar, y propuestas educativas teóricas y/o empíricas en razón a diferentes variables educativas, como es el logro de aprendizaje (Bicherova, 2017; Hederich y Camargo, 2000a y 2015; Martínez, Sanabria y López, 2016), estrategias de aprendizaje (Tinajero, Castelo, Guisande y Páramo, 2011; Tinajero, Lemos, Araújo, Ferraces y Páramo, 2012), las TIC y la personalización (Chen, Huang, Shih, y Chang, 2016; Ku, Hou y Chen, 2016), entre otros tópicos.

De forma particular, Hederich (2013) en su estudio sobre estilística educativa indica que los estudios sobre estilos han tenido como objetivos caracterizar de forma simple el estilo en los estudiantes, examinar la relación entre el logro de aprendizaje y el estilo cognitivo, la ampliación de alguna dimensión de estilo por medio del análisis con determinadas características psicológicas de los individuos, y analizar las propuestas de enseñanza adaptativa para determinados dominios de conocimiento a través de la relación entre el estilo y la enseñanza. Una vez determinados los intereses investigativos alrededor de los estilos cognitivos, pasaremos a enfocarnos específicamente en la dimensión de dependencia e independencia de campo, y la coincidencia estilística y la movilidad funcional, ya que son ejes relevantes en la presente investigación.

## **Dimensión dependencia e independencia de campo**

La dimensión estilística DIC “tiene su origen en la observación de diferencias individuales presentes en tareas de la percepción de la verticalidad” (Witkin y Asch, 1948, citado por Grupo estilos

cognitivos, 2013d), y fue definida por Herman Witkin y su equipo (Witkin y Goodenough, 1985, citado por Hederich, 2013). La principal caracterización de la dimensión estilística DIC está dada por su expresión cognitiva y las habilidades sociales. En relación con la expresión cognitiva, Hederich y Camargo (2000a) indican que la independencia de campo (IC) aborda la tendencia a reestructurar la información a partir de fragmentar y dar una estructura propia a la información, con el fin de realizar una tarea o resolver un problema; en contraste, la dependencia de campo consiste en el procesamiento de la información de forma holística, a partir del mismo contexto en el cual esté disponible la información. En cuanto a las habilidades sociales, Hederich y Camargo (2000a) exponen que los individuos DC privilegian relacionarse e interactuar con otros, mientras los IC prefieren trabajar de forma individual y establecen relaciones de forma impersonal. De modo que las personas IC cuentan con una alta habilidad de reestructuración de la información, en tanto los DC manifiestan una alta habilidad social. A continuación se amplía la caracterización de la dimensión DIC de acuerdo con Witkin y Goodenough (1985), Hederich y Camargo (2000a, 200b) y al Grupo de estilos cognitivos (2013c, 2013d):

En la dimensión de dependencia de campo, las personas realizan una ubicación de la verticalidad a partir del empleo de referentes externos. Tienen una baja habilidad de desenmascaramiento. La manera de procesar información es global. Los mecanismos de defensa no son especializados. En relación con su producción verbal tienen un estilo narrativo que permite la asociación entre diversos tópicos. Su competencia interpersonal es alta, ya que son socialmente cercanos, prefieren el trabajo en equipo y colaborar, además son sensibles a la crítica. La relación con los profesores es cercana y la finalidad de esta interacción es mantener diálogos que le permitan evidenciar características con el fin de parecerse al profesor. En cuanto su nivel de autonomía es bajo, son dependientes de la autoridad y están acostumbrados a que se les indique que hacer. Su motivación hacia el aprendizaje es extrínseca. Por último, en relación con las preferencias de enseñanza se recomienda hacer énfasis en información presentada de forma narrativa y relacionada con su contexto, además, requieren de instrucciones para resolver tareas.

En contraste, en la dimensión independencia de campo las personas efectúan una ubicación de la verticalidad a partir del empleo de claves

internas (corporales). Estas personas tienen una alta habilidad de desenmascaramiento. La manera de procesar información es articulada, es decir analizan a partir de las partes. En relación con su producción verbal tienen un estilo narrativo centrado en un tópico. Su competencia interpersonal es baja, pues son socialmente lejanos, prefieren el trabajo individual, les gusta competir y obtener reconocimiento individual, y las críticas no los afectan mucho. La relación con los profesores es distante y la finalidad de esta interacción es resolver tareas específicas. En cuanto su nivel de autonomía es alto, son independientes de la autoridad, lo cual permite depender de sus propios estándares, además tienen iniciativa y establecen criterios para desarrollar tareas. Su motivación hacia el aprendizaje es intrínseca. Las preferencias de enseñanza consisten en hacer énfasis en procedimientos de descubrimiento, y resuelven tareas sin necesidad de instrucciones.

La DIC ha sido asociada con variables como el sexo y la edad, en donde se ha evidenciado mayores niveles de dependencia o independencia de campo. En este sentido, en relación con el sexo se encuentra que las mujeres tienden a la dependencia de campo y los hombres hacia la independencia de campo (Hederich, 2004). En cuanto a la DIC y la edad, de acuerdo con García-Ramos (1989), indica que entre los 8 y 16 años se evidencia una relación incremental, donde a mayor edad hay mayor independencia de campo, especialmente entre los 8 y 13 años, se evidencia una mayor dependencia de campo; y el estilo cognitivo DIC tiende a estabilizarse entre los 17 y 24 años.

Por otro lado, en relación con el logro de aprendizaje y la dimensión DIC diversos estudios han confirmado una ventaja de los IC sobre los DC (Guisande, Páramo, Tinajero y Almeida, 2007; Hederich y Camargo, 2015; Hederich y Camargo, 2000a y 200b; Tinajero, Castelo, Guisande y Páramo, 2011; Tinajero, Lemos, Araújo, Ferrares y Páramo, 2012; Tinajero y Páramo, 1998) en diferentes áreas de conocimiento y en diferentes niveles educativos, especialmente en tareas de matemáticas y ciencias (Hederich y Camargo, 2000b). Al respecto, el estudio realizado sobre estilo cognitivo y logro académico en la ciudad de Bogotá (Hederich y Camargo, 2000a) indica que los estudiantes IC, especialmente los altamente IC muestran un mayor rendimiento en las áreas de matemáticas y las ciencias naturales, en cambio los estudiantes altamente DC exhiben un menor rendimiento. Por tanto, mientras “mayor sea la independencia de campo del estudiante, mayores sus

probabilidades de obtener altos logros” (Hederich y Camargo, 2000a p. 14). Por último, de acuerdo con Hederich y Camargo (2000a) determinan que el sistema educativo es inequitativo al asumir de que todos los estudiantes aprenden de la misma forma, por lo cual se favorece el logro de los estudiantes IC y dejando en desventaja a los DC. Por tanto, la dimensión DIC en relación con el logro académico evidencia que los estudiantes IC obtienen mayores logros de aprendizaje que los estudiantes DC. Ahora bien, una vez vistas las características de los DC e IC pasaremos a tratar cómo se ha abordado la dimensión DIC en entornos educativos digitales.

## **DIC y ambientes educativos digitales**

En esta sección se abordan los ambientes educativos digitales asociados a la dimensión DIC y se determinan características preferenciales en el diseño e implementación en AED. Con el auge de los ambientes educativos digitales, diversos investigadores (Akdemir y Koszalka, 2008; Chen, y Macredie, 2002; Ford y Chen, 2001; Lee, Cheng, Rai, y Depickere, 2005), han enfocado sus estudios en el análisis de las diferencias estilísticas de los estudiantes cuando interactúan en ambientes computacionales de aprendizaje, y la incidencia de la coincidencia estilística sobre el rendimiento académico. Diversos estudios citados por Lee et al. (2005), hacen énfasis en la importancia de identificar elementos en el diseño y desarrollo de sistemas hipermedia, que permitan determinar las características y preferencias de los estudiantes de acuerdo con su estilo cognitivo en entornos hipermediales; con el fin de potenciar la coincidencia estilística en la interacción de los estudiantes con los sistemas hipermedia, lo que posiblemente conduciría a una mayor calidad de los aprendizajes.

En la investigación de López (2010) muestra que se busca que los entornos computacionales “respondan de manera diferencial, a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y, en esta medida, favorezcan tanto el aprendizaje como, la obtención del logro educativo” (p. 56). Adicionalmente, en diversos trabajos realizados en entornos tradicionales, se ha encontrado “una relación favorable entre profesores y alumnos con igual estilo cognitivo” (Hernández, 2014, p. 3). En suma, los estudios previos dejan ver una serie de investigaciones interesadas en el estudio de las diferencias individuales de los estudiantes a partir del estilo cognitivo y su coincidencia estilística en

AED, con el fin de favorecer el logro académico de los estudiantes de ambas polaridades estilísticas.

Otros estudios muestran que los estudiantes de la dimensión DIC, no se benefician de la misma forma al interactuar con ambientes de aprendizaje digitales acomodados a su estilo cognitivo. De acuerdo con Hall (2000), los estudiantes IC que emplean programas hipermedia se desempeñan significativamente mejor que los DC. Adicionalmente, en estudios realizados en entornos escolares se encuentra una ventaja de los IC sobre los DC en la obtención del logro de aprendizaje (Hederich y Camargo, 2000a y 2015; López, Hederich y Camargo, 2011; Tinajero y Fernández, 1998). Hallazgos previos afirman la ventaja de los IC sobre los DC, en entornos tradicionales y computacionales, en relación con el logro de aprendizaje. De acuerdo con esto, se evidencia un interés investigativo alrededor de los AED que tengan en cuenta las características del estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión DIC con el fin de beneficiar a ambas polaridades en el logro de aprendizaje. En este sentido, a continuación se describen a algunos elementos a tener en cuenta en el diseño de ambientes digitales de aprendizaje para que se ajusten a las diferencias estilísticas de los estudiantes en la dimensión DIC.

De acuerdo con los hallazgos de diversos estudios, se han determinado y sugerido algunos elementos a tener en cuenta en el diseño de ambientes computacionales. Akdemir y Koszalka (2008) en su trabajo proponen que los estudiantes DC se benefician con estrategias instruccionales de tipo expositivo y colaborativo. En contraste los estudiantes IC les favorece las estrategias instruccionales por descubrimiento. Esto se evidencia en los resultados de un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. Los estudiantes IC y DC se benefician igual en condiciones de coincidencia estilística cursos on-line. Este trabajo propone que en estudios posteriores se aborden ambientes cuyo diseño siga estrictamente estrategias instruccionales para que los estudiantes aprendan de formas diferentes. Akdemir y Koszalka resaltan que la comprensión de los efectos de los estilos de aprendizaje y las percepciones en la participación de los entornos on-line tiene un potencial para mejorar la planificación, producción, retención y la recuperación.

Chen y Macredie (2010) abordaron un trabajo en el cual muestran una visión general de las influencias de los factores humanos en la

interacción basada en la Web, y sugieren que si las aplicaciones web tienen en cuenta las diferencias individuales, éstas podrían ofrecer un apoyo más adecuado a los estudiantes. Chen y Macredie presentan una revisión de una serie de estudios, que aportan elementos a tener en cuenta en la interacción en los AED en relación con el estilo cognitivo DIC, con el fin de mejorar la comprensión sobre los AED que se ajusten a las necesidades y preferencias de cada individuo. En este sentido, a continuación se presentan algunos estudios revisados por Chen y Macredie (2010) y sus resultados más representativos.

Ford y Chen (2000) abordaron las diferencias individuales en el aprendizaje y la navegación en ambiente hipermediales, y determinaron que los estudiantes DC se desempeñan mejor en ambientes web que permiten una ruta de navegación amplia “breadth-first”, mientras que los estudiantes IC se desempeñan mejor en ambientes web que permiten una ruta de navegación profunda “depth-first”. Además los estudiantes IC prefirieron utilizar un índice alfabético para localizar información específica, mientras los estudiantes DC tendían a utilizar un mapa jerárquico para obtener una imagen global del contenido. Resultados similares se encuentran en Lin y Chen (2008) y Chen y Liu (2009).

De otro lado, Graff (2003) indagó por los sistemas instruccionales basados en web y el estilo cognitivo, donde señala que los estudiantes IC tienen un mejor rendimiento al interactuar con páginas largas; en cambio, los estudiantes DC presentan mejores resultados cuando interactúan con páginas cortas. Por su parte, Lee et al. (2005), encuentran que los estudiantes DC prefieren ambientes lineales, y los IC ambientes no lineales. Chen y Macredie (2004), señalan que en los programas de enseñanza basados en la Web, los estudiantes IC aprecian el hecho de poder estudiar en cualquier orden los temas; en contraste, los DC se sienten confundidos sobre qué opción elegir. El estudio realizado por Wang, Hawk y Tenopir (2000), evidencia una correlación estadísticamente significativa entre el estilo cognitivo DIC y el tiempo empleado para realizar búsquedas y las direcciones (URL) visitadas. Los participantes IC realizaron sesiones de búsqueda más largas, y visitaron más URL; en cambio, los participantes DC tenían sesiones más cortas de búsqueda.

De modo similar, Burton, Moore y Holmes (1995) citado por López (2010), indican que los estudiantes DC exploran poco los ambientes



computacionales, mientras que los IC exploran más los entornos computacionales. Chen y Macredie (2002) desarrollan un modelo de aprendizaje basado en los estilos cognitivos y la navegación en sistemas hipermedia, donde ilustran las características de los estudiantes DC e IC con sus patrones de aprendizaje en ambientes hipermedia. Al respecto, Chen y Macredie (2002) definen para los estudiantes DC una navegación guiada, aprendizaje guiado y empleo de mapas; por su parte para los estudiantes IC se establece una navegación libre, aprendizaje independiente, y uso de índices. Además, Chen y Macredie (2002) sugieren que queda por establecer de manera concluyente, si los estilos cognitivos de los estudiantes afectan el desempeño del aprendizaje y las preferencias de aprendizaje en los programas hipermedia, con funciones de control del aprendiz. Este factor debe ser considerado en futuras investigaciones donde se comparen las características de control alumno y control del programa en las aplicaciones hipermedia.

En síntesis, para diseñar los AED basados en las diferencias estilísticas de los estudiantes en la dimensión DIC, que favorezcan el logro de aprendizaje, se recomienda tener en cuenta los siguientes elementos: para los estudiantes DC se recomienda favorecer y/o emplear: estrategias instruccionales expositivas y colaborativas, una ruta de navegación amplia “breadth-first”, un mapa jerárquico para obtener una imagen global del contenido, ambientes lineales, una navegación guiada, un aprendizaje guiado, páginas cortas. Además, se recomienda tener en cuenta que los estudiantes de esta polaridad efectúan sesiones cortas de búsqueda y exploran poco los ambientes computacionales. En relación con los estudiantes IC se recomienda favorecer y/o emplear: estrategias instruccionales por descubrimiento, una ruta de navegación profunda “depth-first”, un índice alfabético para localizar información específica, ambientes no lineales, navegación libre, aprendizaje independiente, páginas largas. Además, se recomienda tener en cuenta que los estudiantes de esta polaridad efectúan sesiones de búsqueda largas y exploran más los entornos computacionales.

Por último, la mayoría de elementos a tener en cuenta en el diseño de los AED que favorezcan cada polaridad de la dimensión DIC, han sido relacionados con el tipo y la forma de navegación. Es importante, tener en cuenta que los dos aspectos básicos de la dimensión DIC abordan la habilidad de reestructuración y las habilidades sociales, por tal razón sería de interés encontrar a futuro propuestas digitales que aborden estos

tópicos. Continuando en la exploración del estilo cognitivo, a continuación abordaremos la coincidencia y el desajuste entre el estilo cognitivo del estudiante y el sistema de enseñanza, y la movilidad funcional.

## **Coincidencia estilística y movilidad funcional**

Previamente hemos indicado que las personas IC tienen amplias habilidades en la reestructuración de la información y las DC tienen altas habilidades sociales, pero mutuamente la fortaleza de una dimensión estilística es una debilidad para la otra. Por tanto, ambas dimensiones estilísticas DC e IC cuentan con ventajas y desventajas; concretamente, se ha detectado una situación con la dimensión DC en relación con el logro de aprendizaje, donde los IC evidencian ventaja sobre los DC. Al respecto, diversos autores (Evans y Cools, 2011; García-Ramos, 1989; Hederich y Camargo, 2000a, 2000b y 2015; Hederich et al., 2011; Kozhevnikov, 2007; Messick, 1982 y 1993; Saracho, 2003; Tinajero y Paramo, 1998; Tinajero et al., 2011; Witkin, 1973; Witkin y Goodenough, 1981) han propuesto alternativas para fortalecer las habilidades de cada polaridad estilística, basadas principalmente en la coincidencia estilística y/o la movilidad funcional. De forma general, la coincidencia estilística, trata sobre la concordancia de las estrategias instruccionales o la correspondencia entre el estilo cognitivo del profesor con el estilo cognitivo del estudiante. Y la movilidad funcional o flexibilidad cognitiva es “aquella característica de algunas personas que les permite funcionar como independientes o dependientes según sea el caso” (Grupo de estilos cognitivos, 2013d). A continuación ampliaremos estas propuestas desde diferentes estudios.

Messick (1993) indica que se genera un clima de clase más adecuado si se adapta el estilo de enseñanza en relación con las diferencias estilísticas de los estudiantes, por tanto el profesor es consciente de las implicaciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes en la dimensión DIC. En esta línea de trabajo, Messick (1982) propuso posibles contribuciones de los estilos cognitivos a la educación, entre las cuales se encuentran: (a) *mejorar los métodos de instrucción*: considera que el emparejamiento estilístico puede ser considerado un facilitador para promover el logro de aprendizaje, en cambio el desajuste estilístico puede ser necesario cuando la finalidad es promover el pensamiento flexible y creativo; (b) *enriquecer el comportamiento y concepciones del profesor*: consiste en que el maestro tenga una mayor

conciencia de los estilos cognitivos, lo que podría llevar a una mayor flexibilidad en la preferencia estilística del profesor y sus estrategias de enseñanza; (c) *mejorar el aprendizaje de los estudiantes y las estrategias de pensamiento*: trata el aumento de la conciencia de los estudiantes sobre el estilo cognitivo y sus implicaciones para el aprendizaje, la comunicación y el funcionamiento social, con el fin de proveer a los estudiantes de una gama de estrategias de pensamiento alternativas en función de los requisitos de la tarea, tanto para estudiantes coincidentes y no coincidentes estilísticamente; y (d) *afinar las exigencias estilísticas de los entornos de aprendizaje*: consiste en definir requisitos estilísticos en diferentes entornos de aprendizaje para desarrollar estrategias de instrucción acordes al estilo y posteriormente adaptar los entornos de aprendizaje con fines de coincidencia o desajuste estilístico.

Al respecto, los maestros y los estudiantes que tienen similar estilo cognitivo tienden a verse entre sí con mayor estima mutua, en contraste con los que son diferentes, además se comunican de manera más efectiva (Witkin, Moore, Goodenough y Cox, 1977, citado por Messick, 1982); así mismo, Witkin (1973) plantea que los estudiantes y los maestros que coinciden con el estilo cognitivo muestran una evaluación mutua positiva, mientras que los profesores y los estudiantes que no coinciden tienden a evaluarse entre sí de manera negativa. Por tanto, los estudiantes que coinciden con el estilo cognitivo de sus maestros se sienten más a gusto y cómodos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por su parte, Hederich, Gravini y Camargo (2011) presentan tres posibles acciones para asumir las diferencias de cada estilo en el salón de clases. La primera acción es *modificar la educación, para que se adapte al estilo*, consiste en reconocer las características individuales de los estudiantes y proponer enfoques educativos que se adapten ellos, pues “cuando a un estudiante se le enseña con enfoques y procedimientos afines con su estilo cognitivo, o de aprendizaje, su logro aumenta significativamente” (Hederich et al., 2011, p. 5). Los autores, sugieren una coincidencia gratificante (Saracho, 2003), donde el profesor debería buscar e implementar un tratamiento adecuado a las características estilísticas del estudiante en situaciones de una dificultad específica de aprendizaje o repetición de un fracaso académico; al respecto, los autores plantean que facilitar siempre la coincidencia, no es una solución efectiva a largo plazo, pues no se brinda al estudiante la oportunidad para que se enfrente y comprenda otras opciones estilísticas que no sean afines.

Una segunda acción es *modificar el estilo del estudiante*, implica realizar una coincidencia demandante (Saracho, 2003), la cual consiste en buscar “que el estudiante amplíe su repertorio de estrategias de aprendizaje y desarrolle habilidades cognitivas aun no cultivadas, la discordancia en estilos cognitivos sería lo deseable” (Hederich et al., 2011 p. 7). Los autores exponen tres formas que han sido empleadas para modificar el estilo, una primera manera es la utilización de modelos a través de profesores, estudiantes mayores y grabación en vídeo de modelos de adultos; una segunda forma es diseñar actividades para que los estudiantes se obliguen a emplear estrategias del estilo que se desee; y el tercer modo trata “el adiestramiento en el manejo de estrategias del estilo al que se quiere llegar” (Hederich et al., 2011 p. 9), esta propuesta de acuerdo con García-Ramos (1989) es el procedimiento que se estima ha tenido un mayor éxito.

En este sentido, Hederich et al. (2011) indican que modificar el estilo cognitivo del estudiante es una tarea difícil y a la vez cuestionable, pues el estilo cognitivo es un elemento importante en la personalidad. Situación diferente a los estilos de aprendizaje, ya que no están ligados estrechamente a la personalidad como los estilos cognitivos, por tanto modificar el estilo de aprendizaje es “deseable como dirección del desarrollo individual” (Hederich et al., 2011 p. 9). Por consiguiente, la modificación del estilo cognitivo debe enfocarse desde el concepto de la movilidad funcional planteado por Witkin y Goodenough (1981) y Pascual Leone (1995), donde una polaridad estilística debería entrenarse en las fortalezas de la otra polaridad estilística y así superar sus dificultades. Por último, una tercer acción, es *darle el poder al estudiante para manejar su propio estilo*, consiste en que el estudiante conozca y sea consciente de sus características estilísticas, tanto sus ventajas como desventajas, lo cual puede incrementar el logro de aprendizaje de los estudiantes.

En la misma línea de trabajo, Hederich y Camargo (2000a y 2015), recomiendan considerar las particularidades cognitivas de la población colombiana y las diferencias en el aula de clase con el fin de incrementar el logro de los estudiantes, para esto, proponen: (a) adoptar un enfoque diferencial a través de la personalización, donde el sistema educativo se adapte a los estudiantes; (b) “propiciar en estudiantes y docentes un mayor desarrollo en las inhabilidades que resultan propias de su estilo cognitivo” (Hederich y Camargo, 2000a p. 20) favoreciendo así, la movilidad funcional. (Hederich y Camargo, 2000a p. 20). Éstas

propuestas, enfatizan la necesidad que el maestro sea consciente del estilo cognitivo del estudiante, con el fin de implementar un enfoque pedagógico diferencial en las estrategias de enseñanza. Así mismo, Hederich y Camargo (2000b) indican que con el fin de incrementar el logro de aprendizaje de los estudiantes DC diferentes investigaciones han planteado un enfoque de ATI (Aptitud/Treatment Interaction), donde se considera que cada estudiante aprende de forma diferente a los demás, el desempeño de los estudiantes se relaciona con la forma de cómo aprenden, y “cuando a los estudiantes se les enseña con enfoques y procedimientos que complementan su estilo de aprendizaje, su logro de aprendizaje aumenta significativamente” (Hederich y Camargo, 2000b p. 12). Por tanto, el profesor debe buscar el tratamiento o aproximación didáctica para cada estudiante en razón a su estilo.

Adicionalmente, Hederich y Camargo (2000a y 2015) indican que “si bien se reconoce que es posible modificar el estilo hacia la independencia de campo, particularmente en edades tempranas. Una vez constituido el estilo, lo cual sucede hacia la pubertad, su modificación debe hacerse mediante procedimientos intensivos (de choque)” (Hederich y Camargo, 2000b p. 15). Los autores proponen que la modificación ideal del estilo no consiste en desaparecer la dependencia de campo, en cambio debe favorecerse la movilidad funcional que consiste en “la ganancia de las fortalezas de la independencia por parte del dependiente, y por el otro, el de la ganancia de las fortalezas de la dependencia para el independiente” (Hederich y Camargo, 2000b p. 16), lo cual permite a los estudiantes IC o DC “funcionar de acuerdo con las características específicas de la tarea, y no a las características fijas de su estilo.” (Hederich y Camargo, 2000b p. 16). En conclusión, la modificación del estilo cognitivo no consiste en modificarlo estructuralmente, sino que trata de sus características adaptativas según la tarea, lo que implica fortalecer las dificultades estilísticas de cada polaridad.

Al respecto, Witkin y Goodenough (1981) proponen la fijeza y movilidad estilística en la dimensión DIC. La fijeza consiste en las personas que muestran características prototípicas de forma regular en relación con su polaridad estilística; en tanto, la movilidad trata en que las personas tienen acceso a las características estilísticas de ambas polaridades. La movilidad indica mayor diversidad y adaptación que la fijeza. Los autores sugieren un entrenamiento cognitivo para potenciar la movilidad estilística y así complementar las habilidades de

reestructuración y las competencias interpersonales, permitiéndole a las personas diversas maneras de funcionar.

Por su lado, García-Ramos (1989), indica que los profesores deberían ser más conscientes de cómo los estudiantes en la dimensión DIC aprenden, con el fin de adaptar estrategias didácticas acordes a las necesidades de los diferentes tipos de estudiantes. Por tanto, considera que se debe motivar a los profesores a ser sensibles al estilo cognitivo del estudiante mediante la adaptación de la enseñanza, y a la vez los maestros deben ayudar a los estudiantes a ampliar sus estrategias de aprendizaje, promoviendo así la maleabilidad del estilo a través de la dotación “a unos y a otros (DC e IC) de aquellas estrategias que no saben o que no suelen utilizar” (García-Ramos, 1989 p. 146).

De forma similar, Kozhevnikov (2007), plantea un metaestilo en relación con los estilos cognitivos. Considera que el estilo cognitivo del estudiante puede ser fijo o móvil. La fijeza consiste en que el sujeto tiene un perfil estilístico fijo, acorde a una polaridad de la dimensión estilística. En tanto, la movilidad estilística o el metaestilo, consiste en que las personas eligen una polaridad de la dimensión estilística en relación con una situación particular. Esta flexibilidad estilística definida como metaestilo caracteriza los recursos individuales para el autocontrol y la regulación del funcionamiento cognitivo. En consecuencia, el estudiante puede asumir rasgos de ambas polaridades estilísticas de una dimensión, y esto lo hace en razón a la tarea que se enfrente, para lo cual puede darse coincidencia o desajuste estilístico.

En tanto, Tinajero et al. (2011) indican que los estilos cognitivos en relación con la enseñanza adaptativa, se abordan de dos formas, por un lado la enseñanza debe adaptarse a los estudiantes, y a la vez los estudiantes se deben adaptar a las demandas de la enseñanza. Al respecto, Tinajero et al. (2011) proponen tres aspectos de la instrucción que deben ser tenidos en cuenta en la adaptación del estilo de enseñanza al estilo cognitivo. El primer aspecto, trata sobre los *medios de instrucción*, los cuales se relacionan con las demandas de reestructuración de la información; al respecto sugieren que en la selección o diseño de materiales didácticos, los estudiantes DC deben recibir materiales claramente organizados y resaltar información relevante, también se debe estimular a los DC para que elaboren resúmenes y estructuras de los materiales de clase, y proporcionarles una guía cuando se les presentan materiales con datos relevantes e irrelevantes.

Un segundo aspecto, es el *método de instrucción*, Tinajero et al. (2011) indican que para ambas polaridades estilísticas se deben combinar estrategias de orientación y apoyo con el trabajo autónomo. Sugieren la implementación de incentivos motivacionales y de retroalimentación en ambas dimensiones estilísticas, pues favorece a los DC y no desfavorece a los IC. Adicionalmente, destaca que los estudiantes deberían ser conscientes de sus tendencias de aprendizaje, en este sentido los estudiantes DC pueden ser entrenados para adoptar estrategias meta-motivacionales, y los IC en habilidades comunicativas. Y el último aspecto, trata sobre el *método de evaluación*, Tinajero et al. (2011) sugieren que el profesor debe evaluar empleando diferentes métodos para favorecer ambas polaridades estilísticas y evitar sesgos hacia la DC. De esta manera a partir de la adaptación de la enseñanza, se sugiere que el maestro ofrezca alternativas pedagógicas a nivel estilístico especialmente en la polaridad DC.

En este sentido, Tinajero y Paramo (1998) y Tinajero et al. (2011) concluyen que es conveniente analizar diferentes aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje en relación con los materiales, el método y la evaluación entre otros, con el fin de rediseñarlos para mejorar el logro de aprendizaje de los estudiantes dependientes de campo. Adicionalmente, Tinajero y Páramo (2013), consideran que adecuar la enseñanza al estilo cognitivo de los estudiantes, es una alternativa para los dependientes de campo que les puede permitir superar las dificultades en el entorno escolar; para esto se debe tener en cuenta que las presentaciones requieren contar con una estructura clara, accesible y compatible con la tarea de aprendizaje, además cabe la posibilidad de entrenar a los estudiantes en habilidades de reestructuración de la información.

Por su parte, la investigadora Olivia Saracho ha realizado una serie de estudios alrededor de la correspondencia estilística entre profesores y estudiantes, y sobre la flexibilidad cognitiva de los maestros. Específicamente, en el estudio realizado por Saracho (2003) sobre la coincidencia estilística entre profesores y estudiantes en la dimensión dependencia e independencia de campo, indica que el estilo cognitivo incide en los procesos de enseñanza llevados a cabo por los maestros y en el proceso de aprendizaje realizado por el estudiante. De acuerdo con esto, considera que se pueden dar dos tipos de situaciones en el aula de clase para promover el rendimiento de los estudiantes en relación con la

correspondencia estilística, una es la correspondencia gratificante, y la otra es la correspondencia demandante.

En cuanto a la *correspondencia gratificante* implica coincidencia estilística entre el profesor y el estudiante; en consecuencia, para los estudiantes la instrucción puede ser más cómoda, promueve la satisfacción y la motivación, y fomenta el aprendizaje. Y los maestros pueden enseñar de forma congruente con los modos de pensamiento y solución de problemas internalizados de los estudiantes. Por otro lado, la *correspondencia demandante* requiere en principio que el profesor identifique y conozca las características estilísticas de los estudiantes en ambas polaridades de la dimensión DIC, y luego emplee métodos alternativos para favorecer ambas polaridades en relación con la tarea de aprendizaje o habilidad a desarrollar, esto requiere flexibilidad del estilo cognitivo del profesor y del estudiante, a partir del desajuste estilístico, lo que les permitirá ampliar su repertorio de estrategias y habilidades cognitivas, pero no cambiar completamente su estilo cognitivo. Es importante, tener en cuenta la correspondencia gratificante y demandante en el diseño de procesos educativos que consideren el estilo cognitivo del estudiante, con el fin de proveer ambientes de aprendizaje que fortalezcan las características estilísticas de cada polaridad y la movilidad funcional.

Evans y Cools (2011) exponen que implementar solamente condiciones de coincidencia estilística en la práctica educativa puede no ser adecuado, ya que trata únicamente la satisfacción de los estudiantes, y no se promueve la flexibilidad estilística. En este sentido, Evans y Cools en relación señalan que enseñar con una variedad de estilos de enseñanza es adecuado para alcanzar mejores logros, en contraste con un solo estilo. En relación con la flexibilidad estilística, Evans y Cools (2011) indican que consiste en la capacidad de modificar el procesamiento cognitivo de una persona en relación con las necesidades de la situación, y cada persona tiene diferentes niveles de flexibilidad.

De acuerdo, a la coincidencia y movilidad estilística, Evans y Cools (2011) destacan que la investigación sobre estilos requiere enfocarse en la acomodación de los estilos, donde se abarque la adaptación de la enseñanza a los estilos, y simultáneamente, el desarrollo de la flexibilidad del estilo. Específicamente, en relación con la flexibilidad estilística se requiere de mayor investigación, con especial atención



en que los estudiantes sean conscientes de su estilo. En ese sentido, se ha cuestionado si las preferencias del estudiante son precisas para identificar qué es lo que mejor funciona para ellos. Adicionalmente, Evans y Cools (2011) indican que el diseño de entornos de aprendizaje óptimos en el área de la investigación estilística puede incrementar significativamente. Finalmente, Evans y Cools sugieren que la investigación estilística requiere aportes a partir de la evidencia e incrementar estudios longitudinales.

En síntesis, la coincidencia entre el estilo cognitivo del profesor y del estudiante es una forma más cómoda, gratificante y satisfactoria de efectuar el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Además, hay una percepción mutuamente favorable cuando hay correspondencia entre el estilo cognitivo del maestro y del estudiante. La correspondencia del estilo cognitivo incide en la mejora del logro de aprendizaje de los estudiantes, especialmente en dominios de conocimiento de media y alta dificultad o con el fin de favorecer niveles de experticia. A largo plazo no es aconsejable la coincidencia estilística pues se estimula la fijeza del estilo y se deja lado la posibilidad de desarrollar otro tipo de habilidades. En cuanto a la movilidad funcional o flexibilidad estilística permite que cada estilo se fortalezca en aquellas habilidades que son más favorables a la otra polaridad, por ejemplo que los estudiantes independientes favorecerían su competencia social, o que los DC mejoren su habilidad de reestructuración. Situación que le permite a la persona funcionar de acuerdo con las características propias de la tarea a la cual se enfrenta, lo que implica mayor diversidad y ampliación en su repertorio de estrategias y desarrollo de habilidades, además es posible encontrar diferentes niveles de flexibilidad estilística.

De acuerdo con estos planteamientos, en los entornos educativos se debe fortalecer la correspondencia y flexibilidad de los estilos cognitivos, a partir de pedagogías diferenciales, enseñanza adaptativa, enfoques personalizados del proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otros, donde se tengan en cuenta y asuman las diferencias estilísticas de los estudiantes, con el fin de incrementar el logro, especialmente en los estudiantes DC. Por su parte, los maestros requieren mayor consciencia y sensibilidad de su estilo cognitivo y del estilo de sus estudiantes, con el fin de realizar procesos de ajuste o desajuste estilístico, lo cual permite la ampliación y la flexibilidad de las estrategias de enseñanza, y la promoción y entrenamiento en estrategias de aprendizaje.

El proceso de flexibilidad estilística, puede llevar al estudiante a ser más consciente de su estilo cognitivo, identificando ventajas y desventajas, lo cual le permitirá ampliar su flexibilidad cognitiva, empleando métodos alternativos en relación con la tarea o habilidad a desarrollar. En relación con la movilidad funcional, es claro que el estilo cognitivo no se cambia de forma estructural, sino se favorecen características adaptativas según la situación o tarea, ampliando y diversificando estrategias y habilidades cognitivas. Por último, se requiere mayor investigación empírica alrededor de entornos de aprendizaje que tengan en cuenta los estilos cognitivos a través de la coincidencia y especialmente en relación con la flexibilidad estilística, pues en este tópico es escasa la investigación.





## Logro de aprendizaje y percepción en ambientes educativos digitales personalizados



En este capítulo se abordan los estudios sobre la eficacia de los ambientes educativos digitales personalizados con base en los estilos cognitivos y de aprendizaje, la correspondencia y/o desajuste estilístico y su incidencia en el logro de aprendizaje y la percepción sobre estos AEDP. Para esto, en principio se realiza una contextualización en relación con el logro de aprendizaje y la percepción sobre los AED. Y posteriormente, se analizan diversos estudios que han abordado el logro de aprendizaje y/o la percepción sobre los AEDP.

## Logro de Aprendizaje

El logro de aprendizaje se ha denominado en diversos contextos como rendimiento escolar, desempeño académico, logro educativo o logro académico. Para el presente trabajo empleamos el término logro de aprendizaje, el cual consiste en la capacidad del estudiante en alcanzar un conocimiento y/o habilidad específica. El logro de aprendizaje según Martínez (2004) puede “ser muy variado desde una simple memorización de algunos términos hasta el dominio profundo de una rama del saber, pasando por múltiples niveles cognitivos intermedios, e incluyendo el desarrollo de habilidades prácticas o la interiorización de actitudes y valores.” (p. 5). Moreno (1998) indica que una finalidad de la educación es “la construcción de conocimientos, el desarrollo de habilidades, la formación de hábitos y actitudes, la internalización de valores, entre otros” (p. 1). Por su parte, Solano (2015) señala que el logro de aprendizaje consiste en el nivel de conocimientos que el alumno demuestra tener en un dominio de conocimiento específico, a partir de una evaluación en relación con los objetivos de aprendizaje y en comparación a sus compañeros de clase; el logro de aprendizaje lo define operativamente por las calificaciones de los estudiantes.

Al respecto, diversos estudios en el ámbito educativo se han interesado por indagar la incidencia de diferentes variables relacionadas con el logro de aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, la revista trimestral de educación de la American Educational Research Association (1993) citado por Martínez (2004), señala que estas variables se agrupan en seis constructos, así: las características de los alumnos, las prácticas de enseñanza, las características de los contextos sociales y familiares en el que se sitúan las escuelas, el diseño y la implementación del currículo y la enseñanza, las características de la escuela demográficas, culturales, políticas y prácticas, y las características de la organización del sistema educativo a nivel estatal y distrital.

De acuerdo con el enfoque de la presente investigación, se especifican a continuación las categorías de los constructos, relacionados con los estudiantes y la enseñanza, que pueden influir en el logro de aprendizaje: (a) Las características de los alumnos: el género, la edad, los antecedentes escolares, las características sociales, conductuales, motivacionales, afectivas, cognitivas, metacognitivas y psicomotrices; y (b) las prácticas de enseñanza: las acciones de apoyo, los métodos de

enseñanza, la cantidad de instrucción, la evaluación, la administración del aula, la interacción social y académica entre maestro y alumno, y el clima del aula. Como vemos, las características de los estudiantes y los elementos dispuestos en el proceso de enseñanza son factores que los maestros pueden abordar y tener en cuenta en el proceso educativo para incidir, desarrollar y fortalecer mejores niveles de logro de aprendizaje.

Por su parte, Hederich y Camargo (2000a) indican que el logro tiene diferentes niveles que se determinan “por medio de un juicio de valor o evaluación acerca de lo alcanzado por el estudiante, de acuerdo con criterios específicos de logros mínimos que deben ser alcanzados en cada momento de su trayectoria dentro del sistema” (p. 2). En este sentido Hederich y Camargo (2015) y Hederich (2004) señalan dos tipos de evaluaciones para dar cuenta del logro. Un primer tipo de evaluación es la “evaluación objetiva”, que busca medir el logro de aprendizaje de manera imparcial, por medio de pruebas válidas, confiables y consistentes, de tal forma que el diseñador de la prueba no incida en los resultados. Estas pruebas son efectuadas por entes externos al proceso educativo y aplicadas a una muestra de estudiantes; comúnmente emplean la opción de respuesta múltiple. Un ejemplo de estas pruebas son las pruebas a nivel nacional y distrital, conocidas como las pruebas *Saber*, efectuadas por instituciones gubernamentales; en el caso de Colombia por el Ministerio de Educación Nacional. Una de las finalidades de estas pruebas consiste en establecer indicadores del estado del sistema educativo. La ventaja de esta evaluación del logro de aprendizaje trata sobre las pretensiones de objetividad, y la desventaja es que ignora características de los contextos particulares de los estudiantes.

Por su parte, un segundo tipo de evaluación es la “*evaluación del maestro*”, en la cual se valoran diferentes factores que emergen del proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula, con el fin de evaluar el avance del estudiante en relación con los objetivos de aprendizaje. Al respecto, el maestro puede tomar decisiones para continuar o redefinir sus acciones pedagógicas, con el fin de llevar a los estudiantes a alcanzar los conocimientos y habilidades de determinada área de conocimiento. Estas evaluaciones se basan en una evaluación general, a partir de documentos escritos o presentaciones en el aula, pocas veces emplean respuestas de opción múltiple. Es una evaluación de tipo subjetivo que se relaciona en ocasiones con el grado de satisfacción en relación con el comportamiento del estudiante en el aula, por tanto las calificaciones

del maestro pueden ser relativas. La ventaja de este tipo de evaluación consiste en que tiene en cuenta el proceso del estudiante, y la desventaja consiste en la imposibilidad de generalizar y la influencia de factores subjetivos en relación con el maestro.

En relación con estas dos formas de evaluación del logro de aprendizaje Hederich y Camargo (2000a) en el estudio sobre el estilo cognitivo y el logro académico en la ciudad de Bogotá, establecen factores que inciden en el logro de aprendizaje indicado por los resultados de pruebas estandarizadas aplicadas por entidades gubernamentales en las áreas de ciencias, matemáticas y lenguaje, y en pruebas personales y directas por parte del maestro. Los autores señalan que los estudiantes con alta IC demuestran un mayor logro de aprendizaje, menor repetencia y extraedad, y actitudes positivas en las áreas de matemáticas y ciencias. En contraste, los estudiantes con alta DC evidencian menor logro de aprendizaje, mayor repetencia y extraedad. Frente a ello, Hederich y Camargo exponen que el sistema educativo favorece el logro de aprendizaje de los estudiantes IC, y los estudiantes DC se benefician de las evaluaciones personales realizadas por el maestro en el aula de clase debido a su “comportamiento social les permite ajustarse más fácilmente a una situación social jerarquizada y asimétrica como la escolar.” (Hederich y Camargo 2000a p. 20). Como señalamos en el capítulo anterior, estos resultados confirman la ventaja de los IC sobre los DC frente al logro de aprendizaje. Dicho lo anterior, Hederich y Camargo (2000a) señalan que se requiere adoptar un enfoque diferencial en la educación y propiciar la movilidad estilística de los estudiantes, con el fin de favorecer el logro de ambas polaridades estilísticas.

En resumen, el logro de aprendizaje es la capacidad que tiene el estudiante para alcanzar un conocimiento, habilidad y/o competencia específica de un dominio de conocimiento particular, que surge a partir del proceso educativo tradicional y/o digital por medio de las estrategias instruccionales, los materiales, la relación con el profesor y los compañeros. El logro de aprendizaje se evidencia de forma explícita a través de las calificaciones obtenidas tanto en pruebas subjetivas como objetivas. De acuerdo con la caracterización de las evaluaciones propuestas por Hederich y Camargo (2015) y Hederich (2004), valdría la pena agregar una tercera clasificación, la cual consiste en una “*evaluación mixta*”, diseñada por el maestro empleando respuestas múltiples y con un nivel de objetividad parcial.



Esta *evaluación mixta* abordaría las evaluaciones empleadas en el aula de clase a nivel presencial y/o digital en la escuela primaria y secundaria, y universidades, que comúnmente se aplica al finalizar un periodo académico, con el objetivo de determinar el nivel de logro de aprendizaje en los estudiantes, y a su vez prepararlos para las pruebas estandarizadas de orden gubernamental. Estas evaluaciones serían diseñadas e implementadas por maestros que a su vez son investigadores, teniendo en cuenta indicadores de validez y confiabilidad para la medición del logro de aprendizaje, con el fin de analizarlo en relación con diferentes variables educativas. Por último, indagar por logro de aprendizaje o incremento en el nivel de conocimiento de los estudiantes, según Francesc Pedró<sup>4</sup> debería ser uno de los elementos a tener en cuenta en las innovaciones y propuestas educativas que se realicen, ya que permite establecer un indicador en términos de la mejora o no de los procesos educativos.

## **Logro de aprendizaje y programación de computadores**

Esta investigación aborda el logro de aprendizaje en el dominio de la informática específicamente en la programación de computadores, dirigida a estudiantes de grado quinto de educación básica primaria. La programación de computadores tradicionalmente se ha abordado en la educación terciaria por medio de cursos técnicos, tecnológicos o estudios universitarios. Debido al auge de las TIC y los requerimientos actuales de la sociedad basada en el conocimiento y la información, se ha llevado la enseñanza de la programación de computadores a otros niveles educativos. Es así, que de forma gradual, la programación de computadores ha incursionado en la escuela secundaria, primaria y preescolar con diferentes métodos de enseñanza y materiales, donde los estudiantes conozcan los aspectos básicos del funcionamiento de las aplicaciones que usan actualmente, y así, no solo sean consumidores de tecnología, sino creadores de ésta. La programación de computadores es un área de conocimiento que generalmente ha sido considerada difícil. Se perciben problemas referentes a la motivación de los estudiantes,

---

4 Jefe de Sección de Asesoramiento en Políticas Sectoriales y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Educación de la UNESCO. Analista superior de políticas en el Centro de la OCDE para la Investigación Educativa e Innovación (CERI) en París (Francia).

con una alta tasa de deserción y mortalidad académica (Anthony et al., 2013; Lizcano y Jaime, 2008; Villalobos et al., 2005).

En este contexto, diversos estudios han planteado propuestas para identificar dificultades y realizar propuestas educativas sobre ésta línea de trabajo (Anthony et al., 2013; Lizcano y Jaime, 2008; Miranda-Pinto, 2016; Niño-Ramos, 2010; Román-González, 2016; Van Gorp y Grissom, 2001; Villalobos et al., 2005; White y Ploeger, 2004, White, 2006). Estas propuestas se han basado por ejemplo en adoptar un enfoque de enseñanza basado en el constructivismo (Van Gorp y Grissom, 2001). En nuevas metodologías basadas en el aprendizaje activo, aprendizaje significativo y aprendizaje por casos (Villalobos et al., 2013). Tener en cuenta las características cognitivas de los estudiantes en el aprendizaje de la programación visual (White y Ploeger, 2004; White, 2006). Aplicar el enfoque constructivista basados en actividades como estudios de caso, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, juego de roles, entre otros; implementación de analogías (Niño-Ramos, 2010).

Otras propuestas han sido, sobre sistemas adaptativos de aprendizaje basados en el nivel de conocimiento y estilos de aprendizaje de los estudiantes (Anthony et al., 2013). Entornos e-learning personalizados (Chookaew et al, 2014). La códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria (Román-González, 2016). Identificar el proceso de aprendizaje de la programación por los niños en edad preescolar (Miranda-Pinto, 2016). Y LMS personalizados a los estilos de aprendizaje (Chang, Chen, Chen, Lu y Fang, 2016), entre otros. La mayoría de los aportes descritos han efectuado sus estudios en población universitaria.

En resumen, diferentes estudios en el área de la programación de computadores se han interesado por indagar sobre formas de trabajo y metodologías que incrementen el logro de aprendizaje. En relación con la presente investigación, se propone un enfoque de trabajo para fortalecer el logro de aprendizaje en los estudiantes cuando se enfrentan a la programación de computadores, específicamente en la tema de “estructuras de selección simple y doble” dirigido a estudiantes de básica primaria, por medio del diseño e implementación de un AEDP. Este AEDP cuenta con elementos de personalización que pueden ser controlados por el sistema y/o por el usuario (en el capítulo 5 se amplía la caracterización del AEDP).

## Logro de aprendizaje y control en aplicaciones digitales

Un aspecto adicional que influye en el logro de aprendizaje en los ambientes digitales, es el control por parte del estudiante y del sistema. La mayoría de aplicaciones digitales de una u otra forma dirigen y administran el control del sistema de enseñanza en lo que tiene que ver con los contenidos, los métodos de instrucción, la evaluación entre otros; sin embargo, se ha evidenciado un interés por otorgar diferentes niveles de control sobre el sistema de enseñanza a los estudiantes. Al respecto, Papanikolaou y Grigoriadou (2008) realizaron un estudio sobre la construcción teórica de un marco de instrucción que permite a los estudiantes tomar diferentes niveles de control de la personalización en un AED para elegir cuándo, qué y cómo aprender. El estudiante puede controlar la personalización de los siguientes componentes: los objetivos de aprendizaje, los enfoques de instrucción, la evaluación, el contenido, el apoyo individualizado y las oportunidades de control del alumno; estos componentes pueden ser empleados en la generación de un AEDP con base en los estilos de aprendizaje.

La propuesta de Papanikolaou y Grigoriadou (2008) se enfoca en permitir que los estudiantes vean cómo el sistema modela sus características individuales en relación con las normas establecidas por el sistema y las actualiza. En este sentido, los autores destacan el aporte realizado por Kay (2001) donde un modelo de estudiante abierto es una parte fundamental del control del aprendiz. Además, Papanikolaou y Grigoriadou indican, que en el contexto de un sistema educativo basado en la web, el control del alumno puede causar problemas y ofrecer beneficios. Papanikolaou y Grigoriadou (2008) realizan afirmaciones basadas en diversos autores los cuales indican que el control del estudiante supone mayor motivación al permitirles controlar su propio aprendizaje, y la efectividad del control del alumno depende en gran medida de qué tan bien cada estudiante puede decidir qué estrategia de enseñanza/aprendizaje es óptima para él en cualquier momento. Esta propuesta teórica incorpora una variedad de componentes de personalización determinados por el control del estudiante, con el fin de ajustar la diversidad de las necesidades y las preferencias de los alumnos, y así incrementar su desempeño.

A su vez, Kopcha y Sullivan (2008), en un estudio sobre preferencias de los estudiantes y los conocimientos previos en los AED controlados por

el estudiante, encuentran que emparejar las preferencias de control de los estudiantes con el tipo de control recibido es una estrategia efectiva para los estudiantes con alto conocimiento previo, pero no para aquellos con bajo conocimiento previo. Además, señalan que investigaciones previas han postulado que dar el control a los estudiantes puede favorecer a una mayor motivación, un mejor logro y actitudes positivas sobre el aprendizaje.

Por su parte, Corbalan, Kester y Van Merriënboer (2008), abordaron un estudio sobre los efectos de la adaptación y el control compartido (sistema y usuario) en relación con el logro de aprendizaje y la participación en tareas de aprendizaje. Corbalan et al. (2008) encontraron que la adaptación condujo a un aprendizaje más eficiente y a una mayor participación en las tareas. En cuanto al control compartido sobre la selección de tareas, llevó a una mayor participación de estas, y mejoró la motivación de los estudiantes. Los autores recomiendan adaptar la dificultad y el apoyo de las tareas seleccionadas al nivel del estudiante y proporcionar determinado control sobre el proceso de selección de tareas. Corbalan et al. (2008) indican que hay un énfasis cada vez mayor en proporcionar a los alumnos el control sobre su propio camino de aprendizaje.

En este sentido, la instrucción controlada por el estudiante asume que los alumnos pueden monitorear sus propios procesos de aprendizaje y que esto se adaptará a las diferencias individuales. Adicionalmente, advierten que un alto nivel de control del programa puede afectar negativamente la participación y el interés de los alumnos, como un alto nivel de control del aprendiz puede abrumar incluso a los aprendices expertos, si la cantidad de tareas a elegir es demasiado grande. Al respecto, Merrill (2002) citado por Corbalan et al. (2008), expone que a pesar de los efectos beneficiosos aparentes del control del aprendiz sobre el aprendizaje, los principiantes generalmente carecen del conocimiento necesario para tomar decisiones educativas efectivas y pueden omitir aspectos esenciales del aprendizaje.

Posteriormente, Corbalan et al. (2009), realizan un estudio sobre la selección dinámica de tareas, los efectos de la retroalimentación y el control del alumno sobre la eficiencia y la motivación. Los autores encuentran que dar a los estudiantes retroalimentación conduce a una mayor eficiencia y motivación. Por otro lado, el combinar la

retroalimentación y el control del estudiante no evidencia un efecto en el logro, pero sí en la motivación, la atención y la satisfacción de los estudiantes.

De forma similar, Vandewaetere y Clarebout (2011) efectuaron un estudio que exploró las percepciones de los estudiantes en un AED controlado por el estudiante. Los autores asumen que el control del estudiante sobre la aplicación mejora la motivación y el logro de aprendizaje. Además, establecen que las habilidades, las percepciones y la carga cognitiva experimentada por los estudiantes afecta la estrategia de instrucción basada en el control del estudiante. Con base en estos argumentos, Vandewaetere y Clarebout efectuaron un estudio empírico con estudiantes universitarios para el aprendizaje de inglés; para esto los estudiantes fueron asignados a una de tres condiciones: sin control, control del estudiante y control del estudiante con instrucciones de control adicional. Los resultados indicaron que los estudiantes que mostraron una mayor satisfacción con el grado de control, mostraron un mayor interés y disfrute, se percibieron a sí mismos como más competentes y mostraron mayor interés en la tarea de aprendizaje en comparación con los aprendices que no recibieron instrucción de control adicional.

En el caso del control del estudiante durante la ejecución de la aplicación, Corbalan et al. (2009) señalan tres condiciones que deben cumplirse para un uso eficaz del control del estudiante: (a) los estudiantes deben tener las habilidades necesarias para efectuar el control, (b) se exigen recursos cognitivos ya que supone una carga adicional en el procesamiento cognitivo, y (c) el control del estudiante debe ser percibido por los alumnos. Los autores encuentran coincidencias con Kay (2001) quien indica que el control del alumno es una técnica de instrucción que se puede considerar como una oportunidad para que los alumnos adapten los entornos de aprendizaje a sus propias necesidades, intereses y conocimientos.

Corbalan et al. (2009) citan diversos autores para plantear que se ha demostrado que los entornos de aprendizaje que proporcionan el control del estudiante apoyan la autonomía, mejoran la motivación intrínseca y afectan positivamente el logro de aprendizaje. Por su parte, Hannafin (1984) citado por Vandewaetere y Clarebout (2011) expone que el control del estudiante comparado con el control del programa,

es probable que sea más efectivo en las siguientes condiciones: mayor edad, mayor capacidad, contenido familiar y acompañamiento en el control para la toma de decisiones adecuadas. Por último, Corbalan et al. (2009) determinan que en lugar de elegir entre el control del estudiante o el control del programa, se sugiere investigar el equilibrio ideal entre ambos tipos de control.

Por su parte, Papoušek y Pelánek (2017) abordaron un estudio sobre la implementación de un AEDP para la práctica y el logro de aprendizaje de la geografía. Los estudiantes podían controlar la dificultad de las preguntas. Los resultados evidenciaron que dar a los usuarios el control sobre la dificultad de las preguntas no ofrece una ventaja directa. Un análisis más profundo mostró efectos significativos en los estudiantes que prefieren preguntas fáciles, en contraste a aquellos que prefieren las preguntas difíciles; esta preferencia los lleva a un aprendizaje menos eficiente, pero a un mayor compromiso y una práctica más larga. En este sentido, los estudiantes no exitosos informaron que querían problemas mucho más difíciles. Además, se encontró que los estudiantes que usan el AEDP en la escuela prefieren las preguntas más fáciles que los usuarios que no asisten a la escuela. Finalmente, Papoušek y Pelánek, proponen desarrollar métodos para ajustar automáticamente el nivel de dificultad, en lugar de dar a los estudiantes la opción de controlar la dificultad de las preguntas.

Para concluir, en relación con el logro de aprendizaje, los AED, y la incidencia del control por parte del estudiante y el sistema, se evidencia que los AED relacionados con el control por sistema y el usuario tienen beneficios y desventajas en función en cuanto al logro de aprendizaje. En este apartado hemos visto algunos beneficios y debilidades de otorgarle el control al estudiante en un AED. Se ha determinado que dar el control al estudiante es beneficioso en el logro de aprendizaje, la motivación, el interés, el disfrute, las actitudes positivas y la autonomía. De otro lado, se recomienda el control parcial por parte del estudiante, con el fin de no afectar la motivación, el interés y la participación, en el caso de que todo esté controlado por el sistema; y por otra parte, no abrumar al estudiante en caso que todo el control esté a cargo del mismo.

Además, se debe tener en cuenta que las habilidades y la carga cognitiva del estudiante, se relacionan con la efectividad cuando el alumno realiza el control en los AED. En cuanto al control de los estudiantes, es una

estrategia efectiva para los estudiantes con alto conocimiento previo; y se cuestiona si los estudiantes toman las decisiones más efectivas cuando tienen el control. Por último, se invita a indagar por el equilibrio adecuado entre el control del sistema y el control del usuario, con el fin de favorecer el logro de aprendizaje de los estudiantes.

Una vez contextualizado el logro de aprendizaje, pasaremos a abordar cómo se asume desde este trabajo investigativo la percepción de los estudiantes sobre los AEDP. Para luego pasar y analizar la eficacia de los AEDP en relación con el logro de aprendizaje y la percepción.

## **Percepción sobre los ambientes educativos digitales**

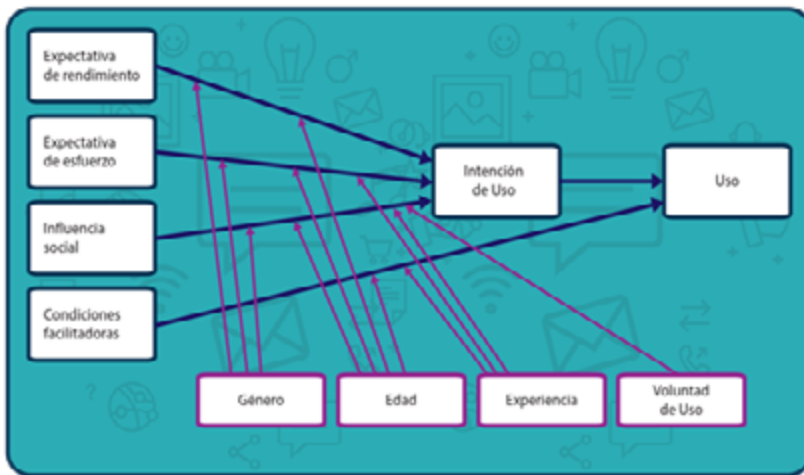
Un aspecto de interés tanto para los diseñadores como para los desarrolladores y educadores en el campo de los ambientes educativos digitales es indagar por la percepción que tienen los estudiantes sobre estos, con el fin de identificar debilidades y fortalezas de estos sistemas, para su uso posterior. La percepción sobre los AED se entiende como la idea, la impresión, el conocimiento, la comprensión y/o la satisfacción que los estudiantes tienen sobre el AED de acuerdo con diferentes categorías que el investigador, maestro, desarrollador y/o diseñador quieran indagar a los usuarios.

En cuanto a la forma de evaluar la percepción de los estudiantes sobre los AED se han empleado instrumentos diseñados a partir de cuestionarios, encuestas y/o entrevistas. Los aspectos que comúnmente se han evaluado están relacionados a la funcionabilidad del sistema, en cuanto el acceso, el funcionamiento de los enlaces, la visualización correcta del contenido, el tiempo de carga, entre otros; aspectos de forma en relación con la interfaz, como la visualización adecuada del contenido multimedia, el uso adecuado de colores, la tipografía, entre otros aspectos; la satisfacción y el gusto frente al uso de este tipo de ambientes educativos digitales; si consideran que han aprendido en este tipo de sistemas; y/o si usarán el sistema a futuro. En la presente investigación abordaremos la percepción de los AEDP con base en la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología, que se expone a continuación.

En este sentido, una de las teorías que con mayor frecuencia se emplea en la actualidad para efectuar el proceso de diseño de cuestionarios sobre la percepción de entornos digitales y otros sistemas tecnológicos,

es la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología - UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) desarrollada por Venkatesh, Morris, Davis y Davis (2003). Mediante esta teoría se evalúa la aceptación y uso de tecnologías de la información. Para el desarrollo de esta teoría analizaron ocho modelos similares: la teoría de la acción razonada, el modelo de aceptación tecnológica – TAM (Davis, 1989), el modelo motivacional, la teoría del comportamiento planeado, el modelo combinado (modelo de aceptación tecnológica y la teoría del comportamiento planeado), el modelo de utilización del computador personal, la teoría de la difusión de la innovación, y la teoría cognitiva social. A partir de este análisis y un estudio empírico, validaron y formularon un modelo unificado denominado UTAUT compuesto por cuatro determinantes básicos de la intención de uso y uso, y cuatro elementos moderadores.

**Figura 8.** Modelo unificado UTAUT.



**Fuente:** Venkatesh, et al., 2003: p. 447.

En la figura 8 se muestra el modelo UTAUT, donde se presentan los siguientes constructos, vistos desde una perspectiva educativa: (a) *expectativa de desempeño*: permite estimar que tanto el AED es beneficioso para el aprendizaje; (b) *expectativa de esfuerzo*: consiste en la facilidad de uso del AED; (c) *influencia social*: trata sobre el grado en que el estudiante considera que otras personas cercanas e importantes



para él podrían usar el AED; y (d) *condiciones facilitadoras*: consiste en determinar el nivel de soporte en el AED, cuando el estudiante se encuentra con dificultades. De acuerdo con el modelo UTAUT, se establecen tres determinantes directos de la intención de uso: expectativa de desempeño, expectativa de esfuerzo e influencia social; y dos determinantes directos del uso: intención de uso y condiciones facilitadoras. En cuanto a los elementos: género, edad, experiencia, y voluntad del uso estos moderan los constructos de la siguiente manera: (a) el género y la edad pueden incidir con la expectativa de desempeño, la expectativa de esfuerzo y la influencia social; (b) la experiencia puede influir en la expectativa de esfuerzo, la influencia social y las condiciones facilitadoras; y (c) la voluntad de uso se relaciona con la influencia social.

Estudios realizados por Davis, Bagozzi y Warshaw (1992) y Venkatesh y Bala (2008), sobre la intención de uso, y uso de tecnologías de la información han incluido la determinante *percepción de disfrute* como un factor que incide en el uso y la aceptación de los sistemas tecnológicos. En los estudios de Cabero Almenara, Barroso Osuna y Llorente Cejudo (2016), y Cabero Almenara, y Pérez Díez de los Ríos (2018) han implementado instrumentos que incluyen la *percepción de disfrute*. Ésta categoría se relaciona con la motivación intrínseca, y trata sobre el agrado y gusto hacia la aplicación. Esta Teoría UTAUT cuenta con un alto reconocimiento para valorar la percepción en términos de la intención de uso, y uso que tienen los usuarios frente a tecnologías de la información en diferentes contextos, además del educativo; al respecto se encuentra que el trabajo realizado por Venkatesh et al. (2003) ha sido citado 23.030 veces según consulta realizada en google académico.

En resumen, la teoría UTAUT permite contar con un respaldo teórico, que ha sido validado empíricamente, en donde se cuenta con diferentes constructos y moderadores, que permiten determinar la percepción de los usuarios sobre los sistemas basados en tecnologías de la información, en relación con la intención de uso, y uso. Finalmente, a partir de esta teoría se procedió a realizar el diseño de un cuestionario que permita medir la percepción en términos de la aceptación, el agrado y el uso sobre el AEDP (en el capítulo 6 se presenta el instrumento).

Una vez descrita esta teoría, pasaremos a analizar diversos estudios teóricos y empíricos que han abordado los estilos cognitivos y de aprendizaje como factor de personalización en ambientes educativos

digitales, en los cuales abordan el logro de aprendizaje y la percepción sobre este tipo de sistemas.

## **Eficacia en el logro de aprendizaje y la percepción en AEDP**

En este apartado se revisan estudios relacionados con los estilos cognitivos y de aprendizaje, empleados en modelos teóricos y trabajos empíricos que abordan los estilos de aprendizaje y cognitivos como factor de personalización en ambientes educativos digitales. Los siguientes trabajos permiten identificar directrices y estrategias en el diseño e implementación de los estilos cognitivos y de aprendizaje en AED, para la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la incidencia en el logro de aprendizaje y la percepción sobre este tipo de entornos educativos.

En principio encontramos el trabajo de Triantafyllou et al. (2004), quienes realizaron un estudio empírico para identificar el valor de la adaptabilidad basada en el estilo cognitivo en la dimensión DIC y los conocimientos previos de los estudiantes. Para esto se efectuó la personalización del contenido de acuerdo con el conocimiento previo del estudiante y las estrategias de instrucción basadas en la DIC. Para los estudiantes DC se realizó la adaptación de acuerdo con un enfoque global, información de lo general a lo específico, control por el programa, mayor número de instrucciones y retroalimentación y lecciones estructuradas, mientras que para los IC se personalizó a través de un enfoque analítico, información de lo específico a lo general, control por parte del estudiante, mínimo número de instrucciones y retroalimentación, y se les permitió desarrollar su propia estructura de las lecciones. Los resultados evidenciaron que personalizar los AEDP mejoran el logro de ambas polaridades, especialmente de los DC y los estudiantes se mostraron satisfechos.

Por otro lado Garzotto et al. (2004), abordaron un estudio teórico sobre patrones de diseño de hipermedia adaptativa y adaptable en relación con los estilos de aprendizaje. Los autores indicaron que la personalización puede requerir adaptatividad o adaptabilidad, y puede relacionarse con el estilo de aprendizaje o con base en el flujo de aprendizaje. Para esto, propusieron patrones de diseño o estrategias pedagógicas con el fin de proporcionar una hipermedia educativa tanto

adaptativa como adaptable con base en los estilos de Felder/Silverman. El primer patrón, básicamente define una estrategia general, selecciona un esquema personalizado adecuado al estilo de aprendizaje. El segundo patrón, sugiere que en algunos casos, se provoquen diferentes experiencias de aprendizaje, forzando una personalización basada en las preferencias de los alumnos, diferentes de las actuales en los casos en que el rendimiento de aprendizaje detectado por el sistema se considera insatisfactorio. Finalmente, el tercer patrón estimula diferentes estilos de aprendizaje, proporcionando al estudiante un estilo de aprendizaje flexible, por ejemplo, cuando desee alcanzar un determinado objetivo de enseñanza, esto conlleva a que el sistema estimule la flexibilidad mental del estudiante para ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades, tanto en sus modos de aprendizaje preferidos, como en los menos preferidos.

En razón a los tres patrones propuestos, Garzotto et al. (2004) destacaron que los tipos de personalización adaptativa y adaptable deben diseñarse con una filosofía diferente. Además, sugirieron mejorar y enriquecer la representación del modelo estudiante, donde se tenga en cuenta elementos para representar el perfil de conocimiento del estudiante en relación con el nivel de conocimiento del dominio en particular, por ejemplo, principiante, intermedio, experto, y las preferencias, las actitudes y los rasgos. Se destaca, que este trabajo propuso una personalización basada en estilos por medio del control del estudiante y el control del sistema (adaptatividad y adaptabilidad), y por tanto se aborda la coincidencia estilística en el momento que hay correspondencia con el estilo del estudiante, y flexibilidad estilística cuando los estudiantes seleccionan trabajar en una modalidad contraria a su estilo, ampliando así su repertorio de estrategias de aprendizaje.

En cuanto al trabajo de investigación doctoral realizado por Prieto (2006), este consistió en elaborar y validar una metodología, desde una perspectiva pedagógica, para el diseño de los sistemas hipermedia adaptativos basados en la web, en función de los tipos de aprendizaje, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje. La metodología elaborada se denomina METHADIS (METodología para diseñar un Sistema Hipermedia ADaptativo para el aprendizaje basado en eStilos de aprendizaje y estilos cognitivos). La metodología consistió en: (a) definir la unidad de aprendizaje, en la cual se establece el objetivo de aprendizaje y el modelo de dominio, (b) luego se hace la selección de la teoría de estilos de aprendizaje y cognitivos,

y (c) se realiza la adaptación al aprendizaje de acuerdo con el modelo estudiante y el modelo de enseñanza. El modelo estudiante se determina a partir de la aplicación del test de estilos cognitivos y el test de estilos de aprendizaje. Luego de la identificación estilística de los estudiantes, emergen estereotipos de usuarios, establecidos desde las posibles combinaciones entre los estilos cognitivos y los estilos de aprendizaje. El modelo de enseñanza determina las estrategias instruccionales, define el tipo de presentación de contenidos, opciones de navegación, entre otros factores de personalización.

Luego de diseñar METHADIS, Prieto (2006) realizó un trabajo empírico basado en una metodología experimental con grupo control (pretest y postest), aplicada a un caso de estudio. Para esto, se toman los estilos de aprendizaje activo, reflexivo, teórico y pragmático de Alonso, Gallego y Honey, y los estilos cognitivos de dependencia e independencia de campo estudiados por Witkin y Goodenough. En relación con los estilos cognitivos se determina que a los estudiantes DC se les ofrecen una navegación dirigida, y una ayuda de navegación a través de mapas, en tanto a los estudiantes IC, se les da una navegación libre, y la ayuda de navegación es mediante índices. Los estilos de aprendizaje basan su adaptación en la presentación de contenidos alternativos, determinando la secuencia de actividades y las herramientas disponibles. Se toma la combinación estilística reflexivo – independiente para el diseño del prototipo del sistema hipermedia adaptativo y se realiza el desarrollo computacional en el LMS Claroline. Luego, se realiza una intervención educativa a dos grupos de estudiantes universitarios. Un grupo interactúa con sistema hipermedia sin personalización y el otro con el sistema hipermedia adaptativo.

Los resultados del estudio realizado por Prieto (2006), evidenciaron que el grupo experimental demostró un mayor nivel de logro que los estudiantes del grupo de control. De modo que la metodología propuesta basada en la adaptación al estilo cognitivo y de aprendizaje de los estudiantes incide positivamente en la obtención del logro. Estos resultados son diferentes a los expuestos por Brown, Brailsford, Fisher, Moore y Ashman (2006), quienes realizaron un sistema educativo basado en la web adaptativa a partir del estilo de aprendizaje verbal/visual de Felder y Solomon, a partir de la personalización medio del contenido. Los resultados indicaron que no hay diferencias significativas en el rendimiento en relación con la correspondencia estilística.

En esta línea de investigación, el trabajo realizado por Graf y Kinshuk (2007) consistió en proveer cursos adaptativos en sistemas de gestión de aprendizaje (Learning Management Systems – LMS) respecto de los estilos de aprendizaje, por medio de un complemento de Moodle. Los autores destacaron que los LMS se utilizan comúnmente en el e-learning, pero los cursos ofrecidos no se adaptan a las necesidades individuales de los estudiantes. En este trabajo se presentó un enfoque de adaptabilidad basada en estilos de aprendizaje (Felder y Silverman) en LMS. Los resultados indicaron que los estudiantes que interactuaron en un ambiente LMS adaptativo aprendieron en un menor tiempo, aunque con un promedio de notas similar al grupo de estudiantes donde el LMS no proporcionaba coincidencia estilística. Por tanto los entornos que se ajustan a las diferencias estilísticas de los estudiantes, favorecen la eficiencia en el aprendizaje en relación con una menor inversión de tiempo. De otro lado, Siadaty y Taghiyareh (2007), destacaron la importancia de equilibrar en el diseño de los AEDP elementos técnicos y pedagógicos, pues la mayoría de los sistemas adaptativos se ocupan en mayor medida de elementos técnicos, dejando de lado el componente pedagógico.

Posteriormente, el estudio desarrollado por Graf, Liu, Kinshuk, Chen y Yang (2009), abordó las relaciones y los beneficios de incorporar los estilos de aprendizaje y los rasgos cognitivos, en los sistemas educativos basados en la web. Los autores se basan en el modelo de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, y como rasgo cognitivo, asumen la capacidad de memoria de trabajo. Los resultados mostraron una relación entre la memoria de trabajo para las dimensiones activo/reflexivo, sensitivo/intuitivo y verbal/ visual. Por ejemplo, la mayoría de los alumnos con baja capacidad de memoria de trabajo tienden a tener un estilo de aprendizaje activo o sensitivo, y una alta capacidad de memoria de trabajo con un estilo intuitivo. No se encontró relación en la dimensión secuencial/global. Éstas características permiten incorporar aspectos de adaptabilidad que permiten proporcionar a los estudiantes cursos que se adapten a sus necesidades con mayor precisión e integralidad, y fortalecer el modelo de usuario planteado en este tipo de ambientes.

En el estudio en mención, los autores indicaron que la adaptación basada en los rasgos cognitivos, se enfoca en la estructura del curso, adaptando el número y la relevancia de enlaces, el material de aprendizaje, el detalle

y la estructuración del contenido, además del número de recursos de información. En cuanto a la personalización basada en estilos de aprendizaje, esta consistió en los tipos de objetos de aprendizaje y la secuencia de estos, las tareas y preguntas. Una de las proyecciones de este estudio consistió en ampliar la investigación para incluir rasgos cognitivos adicionales, como la habilidad de razonamiento inductivo, y la habilidad de aprendizaje asociativo. De forma similar, Tsianos et al. (2009) consideran los AEDP con base en el estilo cognitivo holista/analítico, y a la capacidad de memoria visual que son efectivos en el desempeño de los estudiantes.

Mampadi y diferentes colaboradores entre los años 2009, 2011 y 2012, desarrollaron estudios empíricos que indagaron sobre la eficacia de los AEDP en relación con la percepción y el desempeño de estudiantes universitarios. Estos AED se personalizan en relación con el conocimiento previo y/o estilo cognitivo de los estudiantes. En el estudio de Mampadi et al. (2009), tuvo como objetivo indagar por los efectos en el desempeño del aprendizaje y las percepciones de los estudiantes cuando interactúan con un AEDP basado en el conocimiento previo del estudiante. Para esto, se realizó una implementación con 60 estudiantes, los resultados mostraron que en general al adaptar los AED a los conocimientos previos de los estudiantes mejora el rendimiento y las percepciones, especialmente en los estudiantes con bajo conocimiento previo. Sin embargo, los resultados también indicaron que la mejora relativa en el rendimiento de aprendizaje es significativamente mayor, en contraste a las percepciones sobre el AEDP.

Por su parte, en la investigación desarrollada por Mampadi et al. (2011) abordaron el diseño de ambientes educativos digitales personalizados basados en el estilo cognitivo, para esto, realizaron un estudio empírico sobre el desempeño del aprendizaje y la percepción de los estudiantes de pregrado y posgrado de diferentes programas académicos, al interactuar con un AED personalizado a los estilos cognitivos en la dimensión holista y serialista de Pask. El estudio consistió en presentar un AED personalizado a las preferencias estilísticas de holistas y serialistas en comparación con un AED sin personalización. Participaron 44 estudiantes de pregrado y posgrado. Se emplearon tres tipos de técnicas de adaptación: orientación directa, enlace oculto y diseño adaptativo. Para medir el nivel de percepción se emplearon cuestionarios con un total de 44 ítems, empleando una escala tipo Likert. Los cuales tratan las

categorías de: (a) grado de confianza, funcionabilidad y usabilidad, (b) presentación y navegación, y (c) percepciones generales. Los resultados indicaron que personalizar un AED a los estilos cognitivos de los estudiantes es favorable en su desempeño. Al igual que se incrementó la percepción positiva en relación con la claridad de la estructura, la secuencia lógica, la estructura de navegación y el apoyo adicional. Por tanto, la correspondencia estilística favorece mayores logros de aprendizaje y mejor percepción del sistema empleado.

Posteriormente, Mampadi y Mokotedi (2012) abordaron ambientes educativos digitales personalizados con base en los conocimientos previos y los estilos cognitivos. Los autores trabajaron dos variables de adaptación que antes se habían analizado de forma separada en los AEDP, el conocimiento previo y el estilo cognitivo. Para esto, Mampadi y Mokotedi realizaron un análisis comparativo entre dos AED personalizados, uno personalizado a los conocimientos previos de los estudiantes y el otro personalizado según los estilos cognitivos holista y serialista (Pask, 1976). Con el fin de evaluar su incidencia en el rendimiento en el aprendizaje de 104 estudiantes de pregrado y posgrado. De acuerdo con los resultados, Mampadi y Mokotedi indicaron que no se encontraron diferencias significativas en el logro de aprendizaje en cada versión del AEDP. Cabe aclarar, que en los dos tipos de adaptación se mejoró el desempeño del aprendizaje. Sin embargo, al examinar la ganancia en las puntuaciones de cada grupo, entendidas estas como la diferencia entre las pruebas de post-test y pre-test, se evidenció que los estudiantes que emplearon el AED personalizado a los conocimientos previos superaron a la versión de los estilos cognitivos, basándose en las pruebas post-hoc. Frente a estos resultados, los autores manifiestan que aún no hay estudios para contrastar estos resultados con esta tipología de adaptación. Finalmente, Mampadi y Mokotedi (2012) plantean que se requiere mayor investigación sobre los AED personalizados basados en el conocimiento previo y los estilos cognitivos de los estudiantes, e indagar sobre los efectos en el logro de aprendizaje y las percepciones sobre los AEDP.

Por su parte, Yang et al. (2013) efectuaron un estudio en relación con el desarrollo de un sistema de aprendizaje adaptativo con múltiples perspectivas, basado en los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos de los estudiantes. Para esto, emplearon la dimensión de estilo cognitivo de dependencia e independencia de campo. La forma de personalizar

el sistema de aprendizaje según el estilo consistió en la presentación de la interfaz; a los estudiantes DC se les presentó una interfaz simple, con menos información al mismo tiempo, se les proporcionó sólo funciones usadas frecuentemente y enlaces a información relacionada con el contenido del aprendizaje actual; en cuanto a los estudiantes IC se les presentó una interfaz compleja, con mayor información al tiempo, se les proporcionó enlaces para mostrar las funciones completas del sistema y el esquema de todo el contenido de aprendizaje. Para los estilos de aprendizaje se abordaron las cuatro dimensiones de estilo de aprendizaje de Felder-Silverman: activo/reflexivo, sensitivo/intuitivo, verbal/visual y secuencial/global. Estas dimensiones fueron empleadas para definir las estrategias instruccionales. Se realizó un estudio empírico con grupo control y experimental con estudiantes universitarios. Los resultados indicaron que el sistema de aprendizaje propuesto en esta investigación fue eficaz, al mejorar el logro de aprendizaje en contraste con los resultados del grupo control. Por lo cual este tipo de sistemas educativos ayudan a los estudiantes a mejorar su capacidad de aprendizaje. Por último, los autores indicaron que la mayoría de estudios al respecto han empleado los estilos de aprendizaje como factor de personalización para adaptar y organizar el contenido.

En esta línea de trabajo, Anthony et al. (2013) investigaron sobre cómo aprender a programar en C usando un AEDP, para esto, emplearon un sistema denominado MyC, el cual genera lecciones y rutas de aprendizaje para adaptarse al nivel de conocimiento (bajo, medio y avanzado) y los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Concretamente, el estilo de aprendizaje empleado se basó en Honey y Mumford, que propone los siguientes estilos: teóricos, reflexivos, pragmáticos y activos. El AEDP se colocó a prueba con un grupo de estudiantes de primer año de ingeniería, que tomaron un curso introductorio de programación de computadores, durante cinco meses. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos, experimental y control. El grupo experimental utilizó el AEDP MyC, mientras que el grupo control empleó un sistema con un módulo de aprendizaje fijo. A partir de la combinación del nivel de conocimiento y el estilo de aprendizaje de los estudiantes, estos podían ser categorizados como teórico-medio, teórico-avanzado, teórico-bajo, de manera que se obtuvieron 12 categorías de estudiantes. Los estudiantes fueron evaluados en tres momentos al inicio del proceso, a la mitad y al final. Con base en el resultado era posible que los estudiantes fueran re-categorizados en nuevos módulos de aprendizaje



y se les generara una nueva ruta de aprendizaje. Los resultados del estudio evidenciaron que los estudiantes que usaron el MyC mostraron una mejora en sus evaluaciones académicas globales en contraste con los estudiantes que emplearon un sistema tradicional. Lo cual indica que el AEDP puede ser utilizado como una herramienta para ayudar a los estudiantes en la programación de computadores en C.

Una de las proyecciones de trabajo de Anthony et al. (2013), consistió en integrar diferentes estilos de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a aprender más efectivamente en una gama amplia de experiencias educativas. Adicionalmente, los autores indican que en futuras investigaciones podrían dar a conocer qué tipos de ejercicios son efectivos en la promoción de tipos particulares de aprendizaje, y si la comprensión sobre el propio estilo de aprendizaje permitiría mejorar las habilidades en el aprendizaje. Este trabajo evidenció la eficacia de los AEDP en el dominio de la programación de computadores, a partir de los estilos de aprendizaje y el conocimiento previo. Y finalmente, destacando la importancia de potencializar los LMS en relación con procesos de personalización. En relación con los LMS, Di Bitonto, Roselli, Rossano y De Serio (2011), describieron un método para crear un paquete de contenido adaptativo utilizando el estándar SCORM basado en los estilos cognitivos holista/serialista, y en los estilos de aprendizaje Verbal/Visual. La ventaja de este tipo de propuestas es que permite la interoperabilidad en diferentes plataformas.

De otro lado, Chen et al. (2013) abordaron un estudio sobre múltiples factores humanos en ambientes educativos digitales personalizados, para esto examinaron en estudiantes universitarios la relación del sexo y el estilo cognitivo holista/serialista, con los AED personalizados y sin personalización. La personalización se efectuó con base en los conocimientos previos de los estudiantes a partir del soporte de navegación y la presentación de contenido. Los resultados indicaron en relación con el desempeño, que las mujeres y los serialistas tienen reacciones positivas en relación en el AED personalizado, mientras que los hombres y los holistas muestran reacciones similares en ambos sistemas. Por su parte, Özyurt et al. (2013) diseñaron e implementaron un sistema personalizado para el aprendizaje de las matemáticas en el nivel de secundaria basado en los estilos de aprendizaje VAK (Visual / auditivo y Kinestésico), y ajustado al conocimiento y desempeño del estudiantes. Los resultados evidenciaron que tuvo un impacto positivo

en la percepción y satisfacción de los estudiantes en relación con la coincidencia estilística.

De manera similar, Hwang, Sung, Hung y Huang (2013) realizaron un estudio con el fin de indagar si los estudiantes tienen la capacidad de elegir los sistemas de aprendizaje adaptativos, que se ajusten a su estilo de aprendizaje. Para esto se desarrollaron dos AEDP a partir de la dimensión secuencial/global de Felder y Silverman, por medio de juegos educativos para el aprendizaje de ciencias naturales dirigido a niños de primaria. Una versión del juego se basó en el estilo secuencial, donde proporcionó una interfaz “paso a paso” para guiar a los estudiantes de este estilo a completar las misiones de aprendizaje. La segunda versión del juego tomó el estilo global, donde se proporcionó un “mapa de misión global” que permite a los estudiantes seleccionar cualquier misión o saltar a cualquier escena de juego. Los resultados mostraron que las elecciones realizadas por los estudiantes no se relacionaban con su estilo de aprendizaje, pues la mayoría de los estudiantes decidieron por intuición, a partir de sus preferencias personales; además, no se encontraron diferencias por sexo. Por último, los estudiantes que aprendieron a partir de la correspondencia estilística evidenciaron un rendimiento mejor que aquellos en situación de desajuste estilístico.

Huang, Hwang y Chen (2014) realizaron un estudio exploratorio sobre un ambiente de aprendizaje web basado en la correspondencia y desajuste del estilo cognitivo y su relación con la emoción a través del monitoreo del pulso. Para esto, emplearon un sistema de aprendizaje basado en la web a partir de la coincidencia y desajuste estilístico en la dimensión holista/serialista, el diseño instruccional se basó en mecanismos de navegación para cada estilo a través del empleo de índices o mapas. Para medir la emoción no se basaron en cuestionarios de auto-informe, en cambio midieron la respuesta fisiológica del estudiante a través de la frecuencia del pulso tomada por un sensor. Los resultados indicaron que en situación de coincidencia estilística entre el sistema y el estudiante, se evidenciaron emociones positivas, en contraste con las situaciones de desajuste estilístico, además la correspondencia estilística se vincula a un mejor logro de aprendizaje. En esta línea de trabajos, Beckmann, Bertel y Zander (2015) abordaron un estudio sobre un ambiente e-learning personalizado basado en los estilos de aprendizaje visual/verbal de Felder y Silverman, y su relación con el desempeño y la emoción. Los resultados en situación

de coincidencia estilística indicaron que no se evidenció mejora en el desempeño de los estudiantes, ni en el tiempo de estudio, pero si en la satisfacción y motivación de los estudiantes.

Por su parte, Barton y Foster (2016) plantean que en los entornos virtuales de aprendizaje con base en los estilos cognitivos en la dimensión holista y serialista, es posible aprovechar las condiciones de coincidencia y desajuste estilístico en el diseño instruccional, para mejorar el logro y la satisfacción de los estudiantes. En cuanto la correspondencia estilística puede ofrecer una experiencia satisfactoria a los estudiantes, mientras que el desajuste promovería la versatilidad en el procesamiento de la información, como respuesta a las necesidades o demandas del entorno de aprendizaje encontrado. Desde otra perspectiva, la personalización en aplicaciones web basada en estilos, también se ha interesado en la elaboración de juegos a partir del estilo cognitivo holista/serialista (Ku, Hou y Chen, 2016). En cuanto a Drissi y Amirat (2016) diseñaron e implementaron un sistema hipermedia de aprendizaje electrónico personalizado centrado en los estilos de aprendizaje a partir del modelo de Honey y Mumford; dirigido a estudiantes universitarios. En los resultados se evidenció eficacia en el logro de aprendizaje cuando se efectúa la personalización con base en los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Por su parte, Niño-Ramos (2016)<sup>5</sup> abordó una revisión sistemática de estudios empíricos efectuados entre los años 2005 a 2016 sobre la eficacia y la percepción en la personalización de ambientes educativos digitales basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Para esto, se efectuó una búsqueda en diversas bases de datos con un criterio de búsqueda preestablecido. Se encontraron 115 artículos, de los cuales se descartaron trabajos repetidos y aquellos que no incluían resultados empíricos sobre la eficacia en el logro de aprendizaje y la percepción sobre los AEDP, quedando un total de 20 estudios para el análisis. A continuación se presentan los hallazgos más representativos en relación con la caracterización de los AEDP, la caracterización de las intervenciones educativas y la incidencia en el logro de aprendizaje y la percepción.

En general, los resultados evidenciaron que la mayoría de estudios son de tipo teórico y muy pocos son los trabajos de tipo empírico. En

---

5 Este artículo hace parte del desarrollo de la presente investigación doctoral.

relación con la caracterización de los AEDP, se encontró que el dominio de conocimiento abordado con mayor frecuencia se relaciona con el área de la computación especialmente en niveles universitarios de pregrado y posgrado, con mayor énfasis en la programación de computadores. Otras áreas de conocimiento abordadas fueron matemáticas, ciencias naturales, comercio electrónico y electrónica. En lo que refiere al tipo de estilo implementado como elemento de personalización en la mayoría de los casos corresponde al estilo de aprendizaje (15 estudios), seguido de los estilos cognitivos (dos estudios), la combinación de estilos cognitivos y de aprendizaje (dos estudios) y estilos de pensamiento (un estudio).

Al respecto, el estilo de aprendizaje empleado con mayor frecuencia fue el propuesto por Felder y Silverman, y la dimensión estilística implementada con la más alta frecuencia fue la dimensión secuencial / global; esto se puede explicar, porque las polaridades de esta dimensión permiten la personalización de aspectos como la navegación guiada o libre y la presentación de material de forma detallada o no detallada, entre otros factores; lo cual, en términos de desarrollo computacional, facilita el diseño y desarrollo de los ambientes de aprendizaje, en contraste con otros elementos de personalización de mayor complejidad en la implementación.

Adicionalmente, se encontró que sólo cuatro estudios abordaron los estilos cognitivos como factor de personalización en los AEDP y dos de ellos trabajaron el estilo cognitivo DIC. En cuanto a la personalización a partir del estilo cognitivo, se determinó que el factor de personalización empleado para efectuar el ajuste a los estilos cognitivos, fue principalmente a partir de diferentes estrategias de navegación en el AED. De acuerdo con las dimensiones estilísticas implementadas en general los AEDP proveen personalización en relación con la presentación y tipo de contenido, estrategias instruccionales y estrategias de navegación. En la tabla 1 se amplían los factores empleados para la personalización de los AED en relación con el estilo.

**Tabla 1.** Factores de personalización empleados en los AEDP en relación con el estilo.

<b>Estilo</b>	<b>Algunos factores de personalización empleados en los AEDP</b>
<b>Felder y Silverman</b>	<p>Los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman fueron abordados en el 50% de los estudios. Algunos de los factores de personalización empleados son: la estrategia de selección del tipo de material, la presentación adaptativa del material, el ajuste y secuenciación del contenido, el soporte de navegación adaptativa, las estrategias instruccionales y de aprendizaje. Por ejemplo: en la polaridad de estilo secuencial se provee una presentación de contenido detallado, con una determinada secuencia (navegación guiada). En la polaridad de estilo global se emplea material no detallado, con libertad de navegación (navegación no dirigida). El estilo sensitivo interactúa con materiales concretos y prácticos. El estilo intuitivo trabaja con materiales teóricos y abstractos. El estilo activo hace experimentos. Al estilo reflexivo se le presenta materiales de lectura textual.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Chookaew et al. (2014); Gamalel-Din (2010); Wang, Li y Chang (2006); Surjono. (2015); Chang et al. (2016).</p>
<b>Pask</b>	<p>Se personaliza la navegación empleando técnicas como orientación directa, ocultación de enlaces y disposición adaptativa. La polaridad holista emplea: no guía en la navegación, múltiples enlaces y un mapa jerárquico. La polaridad serialista emplea: guía de navegación con enlaces adelante/atrás, enlaces ocultos e índice alfabético.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Mampadi et al. (2011).</p>
<b>DIC</b>	<p>A los estudiantes dependientes de campo se les presenta una interfaz simple, con menos información al mismo tiempo, se les proporcionaba sólo funciones usadas frecuentemente y enlaces a información relacionada con el contenido del aprendizaje actual. En tanto, a los estudiantes independientes de campo se les presenta una interfaz compleja, con mayor información al tiempo, se les proporcionaba enlaces para mostrar las funciones completas del sistema y el esquema de todo el contenido de aprendizaje.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Yang et al. (2013).</p>

Estilo	Algunos factores de personalización empleados en los AEDP
<p><b>Honey y Mumford</b></p>	<p>A los estudiantes de estilo teórico se les proporciona gran cantidad de textos que se centran en los aspectos teóricos, conceptos y hechos, la información se presenta en texto plano y se organiza de una manera estructurada. A los estudiantes de estilo reflexivo se les dan a conocer los objetivos y metas del curso, además se plantean preguntas al final de cada módulo para comprobar si se ha comprendido el módulo y si se han alcanzado los objetivos. Los estudiantes de estilo activo aprenden a través de la acción y el descubrimiento, se incorporan animaciones y gráficos. A los estudiantes de estilo pragmático se les proporciona ejercicios del mundo real y problemas, para que puedan averiguar las soluciones a estos ejercicios y experimenten cómo resolver problemas del mundo real.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Anthony et al. (2013).</p>
<p><b>Keefe's model</b></p>	<p>Se personaliza el estilo de presentación de acuerdo con el procesamiento (secuencial e hipermedia).</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Tseng, Chu, Hwang y Tsai (2008).</p>
<p><b>KOLB</b></p>	<p>Implementa factores de personalización para emitir diferentes secuencias de aprendizaje.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Wang y Liao (2011).</p>
<p><b>Myers y Briggs</b></p>	<p>Emplean dos estilos de presentación. Presentación depth-first (introvertido) y breadth-first (extrovertidos).</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Kim, Lee y Ryu (2013).</p>
<p><b>Riding y Cheema</b></p>	<p>En la dimensión holista / analítico se personaliza de acuerdo con la estructura, patrones de navegación y la cantidad de control del aprendiz. En la dimensión imaginativo / verbalizador. Se relaciona con la representación de información textual o gráfica.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Tsianos, Lekkas, Germanakos, Mourlas y Samaras (2009).</p>
<p><b>Stenberg</b></p>	<p>La pauta general para la construcción de mensajes ajustados en relación con el estilo de pensamiento es: legislativo (mensajes alentadores), judicial (mensajes de supervisión) y ejecutivo (mensajes formales).</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Jong, Chen, Chan, Hsia y Lin (2012)</p>

Estilo	Algunos factores de personalización empleados en los AEDP
<b>Unified Learning Style Model (ULSM)</b>	<p>Emplea las siguientes características: visual vs verbal, conceptos y generalizaciones abstractas vs ejemplos prácticos concretos, serial vs holística, experimentación activa frente a la observación reflexiva, cuidadoso y no cuidadoso con los detalles, deductivo vs inductivo, trabajo individual vs trabajo en equipo.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Popescu (2010).</p>
<b>VAK</b>	<p>Se ajusta el contenido de aprendizaje de acuerdo con la modalidad de presentación visual, auditiva y kinestésica.</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Özyurt et al. (2013)</p>
<b>VARK</b>	<p>Se emplean diferentes tipos de materiales de enseñanza: textual (hipertexto), visual (imágenes, diagramas, gráficos, vídeo, presentaciones de diapositivas), auditivos (sonidos, audio streaming) y kinestésico (animaciones, simulaciones). El curso en línea distribuye los siguientes formatos de información: texto (formato doc y pdf) y multimedia (presentación con audio, archivos de vídeo y simulaciones).</p> <p style="text-align: right;">Fuente: Marković, Jovanović, Jovanović, Jevremović y Popović (2013).</p>

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la *caracterización de las intervenciones* educativas realizadas se encuentra que la mayoría de participantes corresponden al nivel educativo universitario de pregrado. En menor proporción se encuentran estudios implementados en posgrado, secundaria y básica primaria. Respecto del tipo de muestreo y tamaño de la muestra empleado aproximadamente la mitad de los estudios indican el tipo de muestreo, y señalan que el muestreo empleado con mayor frecuencia fue el aleatorio. En cuanto el tamaño de la muestra se evidencia tamaños heterogéneos en general, además se encuentran algunos tamaños de muestra relativamente pequeños.

Con respecto a los estudios que miden la eficacia de los AEDP en el logro de aprendizaje de los estudiantes, estos emplean en su mayoría dos grupos de estudiantes y realizan dos mediciones o tres mediciones. Los estudios que miden exclusivamente la percepción de los estudiantes hacia los AEDP, emplean un sólo grupo de estudiantes y realizan en su mayoría una medición. La mayoría de instrumentos

de recolección de información empleados en los estudios para medir el logro de aprendizaje son pruebas de conocimiento; en relación con los instrumentos para medir la percepción hacia los AEDP emplearon escalas tipo Likert, cuestionarios y entrevistas. Algunos estudios otorgan poca información al proceso de validación de los instrumentos de recolección de información y el tiempo empleado en las intervenciones educativas.

Por último, en relación con los *resultados* se indica que la mayoría evidencian una ganancia en el logro de aprendizaje de los estudiantes que interactúan con ambientes educativos digitales personalizados basados en los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos, en contraste de aquellos estudiantes que emplean ambientes de aprendizaje digitales sin personalización; sin embargo los trabajos de Marković et al. (2013) y Wang et al. (2006), no evidenciaron resultados concluyentes en relación con la ganancia de logro de aprendizaje en el empleo de ambientes educativos digitales personalizados. En tanto, los estudios que evaluaron la percepción sobre los AEDP muestran en general una percepción positiva y satisfacción de los estudiantes que interactúan con estos entornos educativos.

Por su parte, Tsortanidou, Karagiannidis y Koumpis (2017) realizaron un estudio sobre las reglas de adaptación de los ambientes educativos personalizados, para esto analizaron 33 trabajos. Encontraron que los sistemas educativos siguen patrones similares en su lógica de adaptación a partir de la personalización del contenido, la presentación y la navegación. Posteriormente, Tsortanidou et al. (2018) efectuaron un trabajo donde analizaron 20 estudios en relación con el rol y el valor de las teorías de aprendizaje en el área de los AEDP que incorporan estilos de aprendizaje. Los autores encontraron que estos sistemas se basan principalmente en los paradigmas de aprendizaje del cognitivismo y el constructivismo.

De otro lado, El-Bishouty et al. (2018) plantearon un estudio que integró el modelo de estilo de aprendizaje de Felder y Silverman para el diseño de cursos en línea en LMS. Para esto, diseñaron e implementaron una herramienta analizadora de cursos que permite a los profesores determinar el nivel de soporte de un curso con base en los estilos de aprendizaje. El maestro puede efectuar modificaciones en la estructura del curso y mejorar el apoyo proporcionado a los estudiantes con base en



los estilos de aprendizaje. Los resultados indicaron que la herramienta analizadora de cursos con base en los estilos de aprendizaje es efectiva, y tiene potencial para mejorar el diseño del curso a futuro, además puede permitir mayor comprensión del rendimiento de los estudiantes. Por último los autores sugieren que se puede mejorar el aprendizaje al tener en cuenta las características estilísticas de los estudiantes.

Por su parte, Zulfiani et al. (2018) abordaron un trabajo sobre un sistema de aprendizaje personalizado para la enseñanza de las ciencias a partir del estilo de aprendizaje VARK de los estudiantes de secundaria. Al respecto se encontró que los estudiantes se beneficiaron de la coincidencia estilística, en especial en la dimensión kinestésica. En tanto, Marković, Kadoi y Kovačić (2018) consideraron que los estilos de aprendizaje, los estilos cognitivos y los objetivos de aprendizaje son factores estructurales para tener en cuenta en el diseño y desarrollo de los AEDP.

Por su parte, Kolekar et al. (2019) propusieron un enfoque genérico para generar contenidos a partir de la personalización de la interfaz, basados en los estilos de aprendizaje Felder-Silverman de los estudiantes. Los resultados indicaron que las reglas establecidas para la generación de los componentes de la interfaz de usuario son importantes en la adaptación de estos entornos, y a la vez estos componentes mejoran el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Por último, Dhakshinamoorthy y Dhakshinamoorthy (2019), realizaron un estudio sobre un ambiente de aprendizaje dinámico personalizado basado en dos orígenes de adaptación el nivel de conocimientos de los estudiantes y los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, y encontraron que el sistema propuesto es eficaz en situaciones de coincidencia estilística.

En síntesis, a partir de los diferentes estudios descritos encontramos que la dimensión de estilo cognitivo abordada con mayor frecuencia por los AEDP es la dimensión holista/serialista, seguida de la dimensión DIC. El estilo de aprendizaje implementado con mayor frecuencia corresponde a las dimensiones estilísticas planteadas por Felder y Silverman. Pocos estudios han combinado los estilos de aprendizaje y estilos cognitivos como factores de personalización en los AED. La forma de efectuar la personalización ha sido a través de la navegación y la presentación. De otro lado, se encuentran trabajos que se han interesado en combinar la memoria, el conocimiento previo y los niveles de conocimiento

asociados a los estilos de aprendizaje y/o cognitivos como elementos de personalización. Además, se ha indagado por las posibles relaciones de los AEDP basados en estilos con la memoria y el género. En relación con la correspondencia y desajuste estilístico se ha encontrado que la mayoría de los AED que abordan la correspondencia estilística inciden en un mejor logro de aprendizaje y percepción sobre los AEDP de los estudiantes. Por último, respecto del desajuste estilístico pocos estudios han tratado esta situación y se ha dejado entrever la posibilidad de abordar el desajuste estilístico con el fin ampliar las habilidades del estudiante; al respecto se ha cuestionado, sí el estudiante teniendo la posibilidad de elegir los elementos de personalización lo hace adecuadamente.





## Ambiente educativo digital personalizado “Aprendamos a programar estructuras de selección”



En este apartado se presenta el ambiente educativo digital personalizado: “*Aprendamos a programar – Estructuras de selección*”, dirigido a estudiantes de grado quinto de básica primaria. Con el fin de llevar a cabo el primer objetivo específico de la investigación “diseñar y desarrollar un ambiente educativo digital personalizado para la enseñanza de las estructuras de selección, que permita el control, por el sistema y/o por el usuario de componentes de personalización”. En este sentido, para elaborar el ambiente educativo se partió de la revisión documental realizada en los capítulos anteriores. De acuerdo a esto, se definió cada modelo del AEDP: modelo estudiante, modelo de dominio

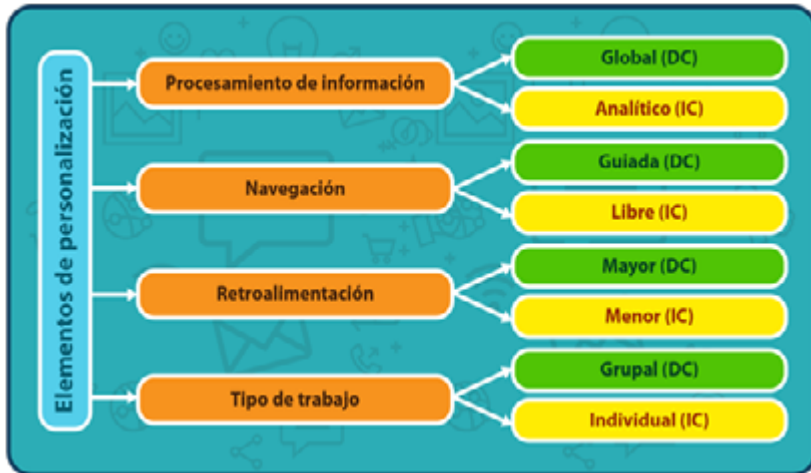
y modelo de personalización. Y por último, se presentan las pantallas principales del entorno de aprendizaje planteado.

## Modelo estudiante

El modelo estudiante fue elaborado a partir de estereotipos. Éstos se establecen a partir de grupos de estudiantes con características comunes dadas por el estilo cognitivo DIC. Por tanto, un primer estereotipo corresponde a los estudiantes dependientes de campo, y el segundo estereotipo a los independientes de campo. La forma de extraer la información para el perfil del estudiante es de modo explícito por medio de la aplicación de la prueba de figuras enmascaradas (EFT - Embedded Figures Test) que determina el estilo cognitivo en la dimensión DIC. Las características a tener en cuenta en cada estereotipo de acuerdo con la dimensión DIC en el AEDP, se establecen a continuación:

- **Procesamiento de la información:** aborda la forma de percibir y tratar la información. Hederich y Camargo (2000a), plantean que los estudiantes DC prefieren procesar la información de manera global, como un todo y les va mejor con ejemplos concretos del contenido de aprendizaje. Por su parte, los estudiantes IC prefieren procesar la información recibida de forma analítica, enfocándose en las partes.
- **Navegación:** aborda la forma como los estudiantes se desplazan en las diferentes páginas o nodos en los entornos digitales. En el caso de los estudiantes DC se les facilita una navegación lineal y el empleo de un mapa jerárquico. En tanto, a los estudiantes IC les beneficia una navegación libre y un índice alfabético. (Chen y Macradie, 2010; Ford y Chen, 2000; Lee, Cheng, Rai y Depickere, 2005; Lin y Chen, 2008 y 2009).
- **Retroalimentación:** los IC son más independientes, por su lado los DC son dependientes de la autoridad (Lozano, 2000). Los estudiantes DC requieren menor intervención del profesor, en tanto los DC obtienen mejores logros cuando hay una interacción frecuente y cercana con el maestro. (Hederich, 2004). Propiamente, en este ítem se aborda la retroalimentación que se efectúa a los estudiantes, la cual es mayor para los DC y menor para los IC.
- **Tipo de trabajo:** aborda la forma de trabajo individual o en grupo. Los DC prefieren el trabajo en equipo y colaborativo, les agrada interactuar con sus compañeros frecuentemente. Los IC prefieren el trabajo individual (Hederich y Camargo, 2000a).

**Figura 9.** Componentes a personalizar en el AED de acuerdo con el estilo cognitivo DIC.



**Fuente:** Elaboración propia.

## Modelo de dominio

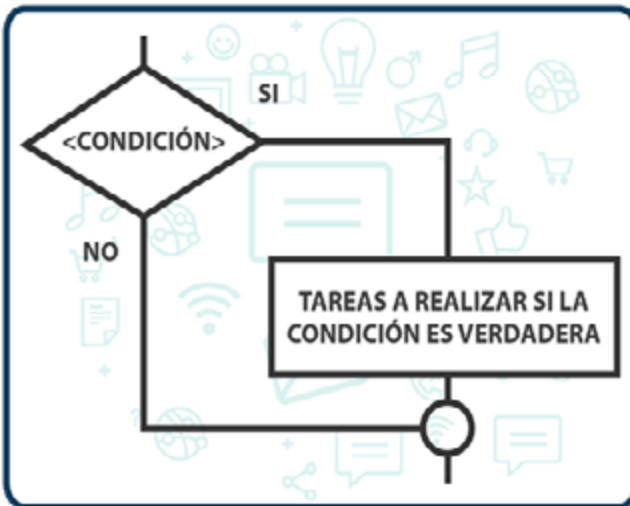
El dominio de conocimiento que se implementa en el AEDP corresponde al tema de las “estructuras de selección”. Las “estructuras de selección” son empleadas para tomar decisiones dentro de un algoritmo, mediante la evaluación de una expresión lógica (condición), luego de realizar esta evaluación se ejecuta determinado bloque de instrucciones. Las estructuras de selección que se abordan en el AEDP son simples y dobles. En relación con la estructura de selección simple, ésta evalúa una expresión lógica, en caso de ser verdadera la condición, se ejecuta un bloque de instrucciones determinado; y en caso de ser falsa la condición, continúa con la ejecución de las instrucciones del algoritmo general (ver figura 10). En cuanto a la estructura de selección doble, efectúa al igual que la estructura de selección simple una evaluación de una expresión lógica, en caso de ser verdadera la condición, se ejecuta determinado bloque de instrucciones; a diferencia de la sentencia simple, en caso de ser falsa la condición, se ejecuta un bloque de instrucciones diferente (ver figura 11).

**Figura 10.** Diagrama estructura de selección simple.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 11.** Diagrama estructura de selección doble.

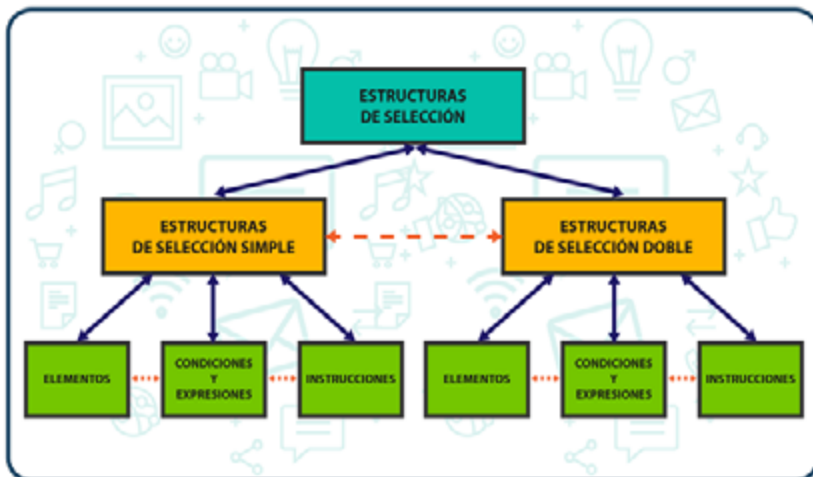


**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 12 se presenta el modelo de dominio a partir de los conceptos y sus relaciones. El principal concepto es “Estructuras de Selección”, este se compone de la estructura de selección simple y la estructura de selección doble. A su vez, cada uno de estos conceptos está compuesto por tres conceptos: elementos, condiciones y expresiones, e instrucciones. En cuanto a las relaciones entre los conceptos, se evidencian dos tipos de relaciones: (a) enlaces: consiste en la asociación libre, se indican por medio de las líneas azules, por ejemplo entre los nodos “estructuras de selección simple” y “condiciones y expresiones”; (b) prerequisite: indica un requisito para la comprensión del próximo concepto, se indican por medio de la línea de color naranja punteada, por ejemplo el nodo “estructuras de selección simple” es prerequisite del nodo “estructuras de selección doble.”

**Figura 12.** Representación del dominio de conocimiento del AEDP. Nodos y relaciones.



**Fuente:** Elaboración propia.

## Modelo de personalización

El modelo de personalización determina qué componentes y cómo se personalizan en el ambiente educativo digital. Para esto, se establecen inicialmente las bases pedagógicas del AEDP a partir de un diseño

didáctico. Luego se establecen las estrategias didácticas, las reglas, los métodos y técnicas de personalización, que surgen a partir de la interacción del modelo de dominio y el modelo de estudiante. A continuación se describe cada componente.

### **Diseño didáctico: Modelo de los cuatro componentes 4C/ID**

Las estrategias didácticas permiten definir de forma explícita las actividades de enseñanza a implementar en un entorno educativo, a partir del objetivo de aprendizaje propuesto y las habilidades a desarrollar con los estudiantes. El AEDP planteado en esta investigación, basa sus estrategias didácticas en los principios pedagógicos del constructivismo. En este sentido, toma como base elementos planteados por Van Merriënboer y sus diversos colaboradores desde 1992 a la actualidad, sobre la teoría de los cuatro componentes (4C) en el diseño instruccional (ID), basada en enfoques constructivistas (Van Merriënboer, Clark y De Croock, 2002) y en la teoría del procesamiento de la información. El modelo 4C/ID considera aspectos cognitivos a partir del procesamiento de la información, la memoria de trabajo y de largo plazo, y el análisis de factores que inciden en una sobrecarga cognitiva (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). La propuesta 4C/ID, se fundamenta en un modelo holístico del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde no se fragmentan las actividades instruccionales en razón a un tipo de conocimiento u objetivo. En cambio se generan diferentes estrategias que involucran una habilidad compleja con varios tipos de conocimientos, habilidades y actitudes (Kirschner y Van Merriënboer, 2008). Este modelo es aplicado a programas de formación con una duración de semanas, meses o años, no es muy útil para programas cortos de horas o días (Van Merriënboer et al., 2002). Con el fin de alcanzar transferencia de aprendizaje y habilidades complejas en los estudiantes (Van Merriënboer, 2016).

Ahora bien, en el modelo 4C/ID el proceso de aprendizaje está relacionado con la construcción de esquemas cognitivos (Van Merriënboer, 2016), los cuales organizan y almacenan el conocimiento en la memoria de largo plazo. Lo cual permite, que el estudiante, al interactuar con información nueva o similar a la de sus estructuras cognitivas, reduzca las limitaciones de su memoria de trabajo, y disminuya la carga cognitiva (Van Merriënboer, 2016). En este sentido, el aprendizaje significativo es el resultado de la construcción

y la automatización de esquemas (Van Merriënboer y Kester, 2005). La construcción de esquemas se da a partir de procesos como el aprendizaje inductivo y la elaboración. Por su parte, la automatización de esquemas se da por medio de la compilación del conocimiento y el fortalecimiento. Para efectuar estos procesos el modelo 4C/ID propone cuatro componentes: tareas de aprendizaje, información de apoyo, información procedimental y práctica de parte de las tareas. A continuación se expone cada componente y sus principios instruccionales, a partir de los trabajos de Van Merriënboer y sus colaboradores (Van Merriënboer, 2016; Van Merriënboer et al., 2002; Van Merriënboer y Kirschner, 2011):

- **Tareas de aprendizaje:** se relaciona con la construcción de esquemas a partir del aprendizaje inductivo, que se da a través de experiencias concretas que permiten la generalización y discriminación de esquemas cognitivos (Van Merriënboer, 2016). Son auténticas experiencias de tareas de aprendizaje, basadas en la vida real y las cuales integran diferentes habilidades, conocimientos y actitudes (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). Las tareas a realizar pueden ser casos de estudio, proyectos y solución de problemas. Las tareas de aprendizaje deben ser variables, tanto en la forma como en su estructura. Además, deben ir de lo simple a lo complejo, ofreciendo un soporte y una guianza al estudiante que disminuya paulatinamente (andamiaje).
- **Información de apoyo:** promueve la construcción de esquemas a través de la elaboración. Permite conectar la nueva información con los esquemas existentes en el sujeto. Se emplea para tareas no recurrentes. Explica cómo se organiza el dominio y cómo se debe abordar. Provee enfoques sistemáticos para resolver problemas. La información de apoyo se presenta antes de la actividad y se mantiene durante la realización del trabajo (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). Además, una vez finalizada la o las tareas se da realimentación cognitiva (Van Merriënboer et al., 2002), que le permita al estudiante comparar su estructura mental y sus estrategias cognitivas con la de expertos.
- **Información procedimental:** se relaciona con la automatización de esquemas por medio de la compilación de conocimientos. Se emplea en tareas recurrentes o repetitivas. Se da información

paso a paso de cómo hacer una actividad específica. Se presenta la información justo a tiempo, cuando la requiera el estudiante y se va retirando a medida que el estudiante avanza en la ejecución de procedimientos (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). Adicionalmente, se debe proveer al estudiante de una realimentación correctiva inmediata, donde preferiblemente se informe por qué se dio el error y se de una sugerencia de cómo avanzar (Van Merriënboer et al., 2002). Lo cual permite la compilación de conocimientos

- **Práctica de parte de las tareas:** promueve la automatización de esquemas, a través del fortalecimiento en aspectos rutinarios de tareas repetitivas, que requieran un alto grado de automaticidad (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). Solamente comienza después que los aspectos rutinarios han sido introducidos en el contexto como un todo en una tarea de aprendizaje significativa (Van Merriënboer, 2016). Se obtienen mejores resultados si la práctica se realiza de forma distribuida y espaciada.

Una vez abordados los cuatro componentes, el modelo 4C/ID propone 10 pasos que simplifican las estrategias del diseño instruccional (ver tabla 2). “El proceso de diseño instruccional... nunca sigue una progresión directa del Paso 1 al Paso 10” (Van Merriënboer y Kirschner, 2011). Los pasos uno, cuatro, siete y diez corresponden a los cuatro componentes del modelo: diseño de tareas de aprendizaje, diseño de información de apoyo, diseño de información procedimental y diseño de práctica de parte de las tareas. Los demás pasos son opcionales que se efectúan sólo en caso de requerirse o profundizar. A continuación describimos brevemente los pasos opcionales para cada componente:

- En el componente tareas de aprendizaje, el paso dos “*secuenciar clases de tareas*”, consiste en la organización y secuenciación de las tareas de aprendizaje de acuerdo con el nivel de dificultad de lo fácil a lo difícil; y en el paso tres “*determinar objetivos de desempeño*”, se definen las metas estándar de logro de aprendizaje.
- En el componente información de apoyo, los pasos cinco y seis abordan lo relacionado con información no rutinaria, para esto el paso cinco “*analizar estrategias cognitivas*”, permite abordar sistemáticamente problemas usando reglas prácticas o

heurísticas que guían el proceso de resolución de problemas (Van Merriënboer et al., 2002); en tanto el paso seis “*analizar modelos mentales*”, permite comprender la estructura de dominio de conocimiento.

- En relación con el componente de información procedimental, los pasos ocho y nueve tratan el desarrollo de los aspectos recurrentes, el paso ocho “*analizar reglas cognitivas*”, consiste en determinar reglas estableciendo la condición y la acción frente a tareas rutinarias; y el paso nueve “*analizar conocimiento previo o pre-requerido*”, trata sobre establecer los conocimientos previos para hacer uso correcto de las reglas cognitivas.

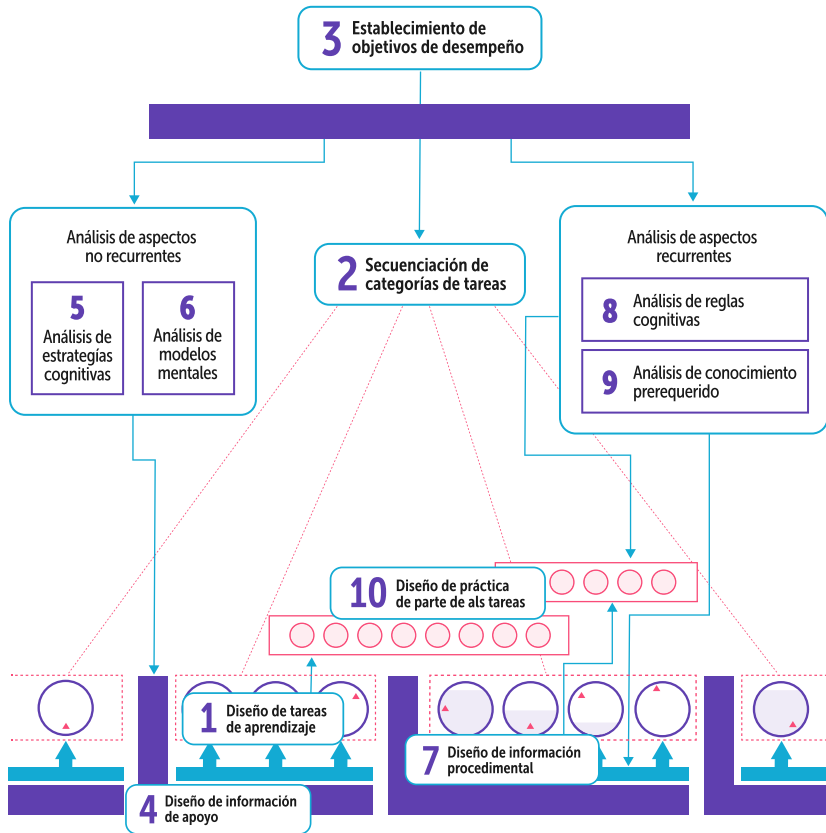
**Tabla 2.** Diez pasos – Modelo 4C/ID

<b>Componentes del modelo 4C/ID</b>	<b>Diez pasos para lograr el aprendizaje complejo</b>
Tareas de Aprendizaje	Diseñar tareas de aprendizaje
	Secuenciar clases de tareas
	Determinar objetivos de desempeño
Información de apoyo	Diseñar información de apoyo
	Analizar estrategias cognitivas
	Analizar modelos mentales
Información procedimental	Diseñar información procedimental
	Analizar reglas cognitivas
	Analizar conocimientos previo o pre-requerido
Práctica de parte de las tareas	Diseñar prácticas de parte de las tareas

**Fuente:** Van Merriënboer, y Kirschner, 2011: p. 8.

Por último, la figura 13 presenta el esquema de las 10 actividades o pasos, ya explicados. Los elementos que requieren explicación en la figura son los círculos. Cada círculo representa una tarea de aprendizaje, el triángulo dentro de cada círculo refiere a la variabilidad de las tareas de aprendizaje, y el relleno de los círculos indica el soporte y la guianza que disminuyen gradualmente.

**Figura 13.** Esquema de las diez actividades.



**Fuente:** Van Merriënboer y Kirschner, 2011:22.

Para una mayor comprensión de la figura se adicionaron los números correspondientes a los 10 pasos.

En síntesis, el modelo 4C/ID se basa en fundamentos de la teoría del procesamiento de la información y los fundamentos pedagógicos del constructivismo, proponiendo cuatro componentes para el diseño didáctico. Favorece el aprendizaje significativo por medio de la construcción de esquemas y la automatización de esquemas, a través de procesos como el aprendizaje inductivo, la elaboración, la compilación de conocimiento y el fortalecimiento. Esto se efectúa a través de cuatro

componentes principales: tareas de aprendizaje, información de apoyo, información procedimental y práctica de parte de tareas.

## Estrategias didácticas para cada componente de personalización

En este apartado se abordan específicamente las estrategias didácticas que se emplean, a partir de los componentes de personalización en el AED basado en el estilo cognitivo en la dimensión DIC (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Estrategias didácticas de acuerdo con los componentes de personalización.

Componente de personalización	Estilo	Estrategia didáctica	Elemento del dominio de conocimiento
Procesamiento de la información	DC	Presentación de la información de apoyo de forma global y con ejemplos.	Explicación sobre qué es una estructura de selección simple y doble.
	IC	Presentación de la información de apoyo de forma analítica, detallada y con diagramas.	
Navegación	DC	Lineal: paso a paso, con enlaces que direccionen cómo avanzar de forma secuencial. Visualización y acceso a la navegación a través de un mapa jerárquico en el AEDP y su ubicación en éste.	Cada elemento que compone cada estructura de selección presenta relaciones de tipo pre-requisito. El estudiante podrá acceder a ellos por primera vez solamente de forma secuencial en todos los casos
	IC	Libre: selección de nodos de acuerdo con el interés del estudiante, con restricciones sobre algunos nodos que requieran conocimientos previos o pre-requeridos. Visualización y acceso a la navegación a través de un índice en el AEDP y su ubicación en éste.	Cada elemento que compone cada estructura de selección cuenta con algunas relaciones de tipo pre-requisito y las demás son relaciones de enlace o libres.

<b>Componente de personalización</b>	<b>Estilo</b>	<b>Estrategia didáctica</b>	<b>Elemento del dominio de conocimiento</b>
<b>Retroalimentación</b>	DC	Mayor acompañamiento por medio de mensajes que ofrecen retroalimentación cognitiva de forma inmediata en las tareas de aprendizaje recurrentes.	Se presentan mensajes de retroalimentación en la realización de ejercicios, prácticas y evaluaciones que implican la solución de problemas algorítmicos sobre la comprensión de cada tipo de estructura de selección, y los elementos que la constituyen: condiciones y expresiones, e instrucciones.
	IC	Menor acompañamiento por medio de mensajes que ofrecen retroalimentación cognitiva de forma inmediata en las tareas de aprendizaje recurrentes.	Se presentan mensajes de retroalimentación en la realización de las evaluaciones que implican la solución de problemas algorítmicos sobre la comprensión de cada tipo de estructura de selección.
<b>Tipo de trabajo</b>	DC	Trabajo en grupo a través de conversaciones en línea	En cada tipo de estructura de selección para el caso de tareas de aprendizaje que requieran la solución de problemas con un nivel de dificultad moderado.
	IC	Trabajo individual en todos los casos.	Para la comprensión de cada tipo de estructura de selección.

**Fuente:** Elaboración propia

## **Nivel de control sobre los componentes de personalización en el AEDP**

En relación con el control de los componentes de personalización y sus estrategias didácticas expuestas en el ítem anterior, describimos a continuación el nivel de control sobre estos componentes, dando respuesta a tres preguntas: ¿Quién controla?, ¿Qué se controla? y ¿Cómo y cuándo se efectúa el control?.



### **¿Quién controla?**

El control de los componentes a personalizar estarán a cargo de: (a) el estudiante, (b) el sistema, y (c) el estudiante y el sistema (mixto).

### **¿Qué se controla?**

El sistema y/o el estudiante pueden controlar las estrategias didácticas relacionadas con los componentes de personalización: el tipo de procesamiento de información, la navegación, la retroalimentación y el trabajo individual o grupal (ver tabla 5), de acuerdo con su polaridad estilística.

### **¿Cómo y cuándo se efectúa el control?**

- Si el control lo realiza el sistema, entonces se efectúa de forma automática a partir de las reglas e inferencias que le son configuradas al AEDP de acuerdo con el estilo cognitivo de cada estudiante. Proporcionando así, total coincidencia estilística en relación con la polaridad estilística del estudiante con las estrategias didácticas, basadas en los componentes de personalización.
- En el caso de efectuar el control el estudiante, se presenta un cuestionario al inicializar el AEDP, para que seleccione las estrategias didácticas de su preferencia en relación con cada componente de personalización. Lo cual puede dar como resultado, tanto coincidencia como desajuste estilístico a nivel total o parcial.
- Y por último, en caso de que el control sea mixto (a cargo del estudiante y el sistema), entonces el sistema configura automáticamente dos componentes de personalización: procesamiento de la información y navegación, con sus respectivas estrategias didácticas de acuerdo con la polaridad estilística de los estudiantes. Por otra parte, al estudiante se le presenta un cuestionario al inicializar el AEDP para que seleccione la estrategia didáctica de su preferencia en relación con dos componentes de personalización: retroalimentación y tipo de trabajo (en grupo o individual). Estas elecciones proporcionan el

50% de coincidencia estilística, y el otro 50% puede encontrarse en situaciones de coincidencia como de desajuste estilístico a nivel total o parcial.

## **Reglas de personalización**

A continuación, se presentan las reglas de personalización que se generan, una vez almacenada la configuración de las estrategias didácticas en base a los componentes de personalización:

### **Componente de procesamiento de la información**

**IF** procesamiento de la información = DC **THEN**  
Presentación de la explicación de forma global  
**ELSE** Presentación de la explicación de forma analítica

### **Componente de navegación**

**IF** navegación = DC **THEN**  
Modo de navegación lineal AND presentación de mapa jerárquico  
**ELSE** modo de navegación libre AND presentación del índice

### **Componente de retroalimentación**

**IF** retroalimentación = DC **THEN**  
Mensajes de retroalimentación en ejercicios, práctica y evaluaciones  
**ELSE** Mensajes de retroalimentación en evaluaciones

### **Componente de tipo de trabajo**

**IF** tipo de trabajo = DC **THEN**  
En la sección de reto efectuar trabajo grupal y contactar compañero en sesión de chat.  
**ELSE** trabajo individual en todas las secciones.

## **Técnicas y métodos de personalización**

De acuerdo con las estrategias didácticas de los componentes a personalizar y las reglas establecidas. A continuación se establecen los métodos y técnicas según Brusilovsky (2001), que se emplean a nivel

computacional para efectuar la personalización en relación con el contenido y la navegación:

### Técnicas y métodos de personalización de contenido

Se abordan los atributos a personalizar en relación con el contenido:

**Tabla 4.** Técnicas y métodos de personalización del contenido.

Componente de personalización	Método	Técnica
Procesamiento de la información	Variante de explicaciones	Variante de fragmentos y variantes de página
Retroalimentación	Insertar y remover fragmentos	Texto condicional
Tipo de trabajo	Insertar y remover fragmentos	Texto condicional

**Fuente:** Elaboración propia.

### Técnicas y métodos de personalización de navegación

Se tratan los atributos a personalizar en relación con la navegación:

**Tabla 5.** Técnicas y métodos de personalización de la navegación.

Componente de personalización	Método	Técnica
Navegación	Guía local y global Soporte de orientación local y global	Guía directa Ocultación de enlaces Anotación

**Fuente:** Elaboración propia.

## Presentación AEDP: “Aprendamos a programar Estructuras de selección”

A partir, de la definición del modelo estudiante, el modelo de dominio y el modelo de personalización, se efectuó el desarrollo computacional del AEDP. En este apartado se describen las pantallas principales <sup>6</sup> del AEDP y cómo se evidencian en éstas los diferentes aspectos en relación con diseño didáctico del modelo 4C/ID y las estrategias didácticas de los componentes de personalización. En principio, se estableció el **objetivo de aprendizaje** del AEDP, el cual consiste en que los estudiantes de grado quinto identifiquen y comprendan las estructuras de selección simple y doble, con el fin de implementarlas en la solución de problemas algorítmicos. Luego, se definió la estructura general del AEDP donde se definieron tres unidades de trabajo: (a) unidad uno - estructura de selección simple, (b) unidad dos -estructura de selección doble, y (c) unidad tres -estructura de selección simple y doble.

En cada unidad se determina la **secuencia de las tareas de aprendizaje** que van de lo **simple a lo complejo** y son **variadas**. En la unidad uno y dos se establecen siete módulos de trabajo: introducción, definición, condiciones y expresiones, instrucciones, solución de problemas, reto y evaluación; y en la unidad tres se establecen dos módulos: introducción y tres niveles de dificultad. Cada módulo cuenta con secciones que abordan **tareas de aprendizaje, información de apoyo, información procedimental y práctica de partes de las tareas**. Adicionalmente, en cada sección se evidencian los **componentes que se personalizan en relación con el estilo cognitivo del estudiante**. En cuanto el diseño gráfico de cada sección, es definido por elementos como fondos, imágenes e iconos. Se emplea una paleta de colores acorde a la edad de los estudiantes. Y se presentan en cada pantalla la cantidad de elementos suficientes para evitar la sobrecarga cognitiva. A continuación, se describen las principales pantallas:

### Ingreso a la plataforma:

Para acceder al AEDP se debe digitar la siguiente URL: [www.educacionaedp.com](http://www.educacionaedp.com). Se presenta la solicitud del usuario y la contraseña (ver figura 14). Cada jurado evaluador de la tesis doctoral cuenta con un usuario, el cual le permite configurar de diferentes formas la

---

6 El desarrollo del AEDP se compone de 821 pantallas.

personalización en la plataforma, y además tienen acceso a usuarios con perfiles específicos, los cuales serán enviados al correo electrónico.

**Figura 14.** Pantalla inicio de sesión.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **Evaluación Inicial**

La primera vez que el estudiante ingresa al AEDP diligencia la evaluación inicial (ver figura 15) con el fin de identificar los conocimientos previos. Al inicio, se indica qué aspectos se evalúan y se dan orientaciones en relación con la cantidad de preguntas y duración. Posteriormente se presenta cada pregunta por pantalla. Por último, luego que el estudiante hace la evaluación se presenta un vídeo donde se explica al estudiante qué aprenderá, la estructura del AEDP y cómo funciona.

**Figura 15.** Pantalla evaluación inicial.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Selección de las estrategias de personalización:

Se presenta un **cuestionario** con el fin de configurar las preferencias de los **estudiantes** sobre las estrategias didácticas de los componentes de personalización. Cuando el control lo efectúa el **estudiante** puede configurar los cuatro componentes: el procesamiento de información, la navegación, la retroalimentación y el tipo de trabajo. En caso que el **control** sea **mixto**, el estudiante sólo configura: la retroalimentación y el tipo de trabajo. La figura 16 muestra un ejemplo de una de las preguntas del cuestionario en relación con el tipo de trabajo individual o en grupo. Recordemos que si la personalización está a cargo del sistema se realiza de forma automática.

**Figura 16.** Pantalla cuestionario selección estrategias didácticas de personalización – Tipo de trabajo.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Menú Principal:

En la figura 17 se presentan las tres unidades organizadas de lo **simple** a lo **complejo**, ofreciendo soporte y guía al estudiante que disminuye paulatinamente. Los estudiantes deben ingresar inicialmente a la unidad uno, y solamente cuando realicen los diferentes módulos de la unidad podrán avanzar a la siguiente unidad.

Figura 17. Pantalla menú principal.



Fuente: Elaboración propia.

### Menú de la unidad 1 y 2:

Las unidades uno y dos presentan la misma estructura. El estudiante puede ingresar a seis, el módulo uno corresponde a la introducción, los cinco módulos restantes le permiten al estudiante **construir y automatizar esquemas**. Estos módulos son: (a) ¿qué es?, consiste en contextualizar al estudiante sobre los componentes y uso de la estructura de selección, (b) condiciones y expresiones, permite la comprensión y el empleo de las condiciones y expresiones; (c) instrucciones, en donde el estudiante reconoce y utiliza las instrucciones que se emplean en la estructura de selección; (d) solución de problemas, presenta información de apoyo y procedimental para la solución de problemas que empleen estructuras de selección, y (e) reto, presenta problemas a solucionar con un grado de dificultad moderado. Cada vez que el estudiante finaliza un módulo se activa un visto bueno de color verde. Por último, cuando el estudiante finaliza los módulos se activa la evaluación de la unidad. En la figura 18 se presenta los módulos de la unidad uno “estructura de selección simple”.

**Figura 18.** Pantalla menú unidad 1 y 2.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Módulo Introducción:**

Presenta al estudiante un vídeo en el que se le indica que aprenderá y un ejemplo de los problemas que podrá solucionar. En este aspecto se tiene en cuenta que al iniciar el estudio de cada tema se presenta un factor de motivación mediante una demostración de lo que aprenderá (Merrill, 2010).

**Figura 19.** Pantalla módulo introducción.



**Fuente:** Elaboración propia.



**Menú por cada módulo:**

Al ingresar a los módulos: ¿qué es?, condiciones y expresiones, instrucciones, y solución de problemas, se presentan **tareas de aprendizaje recurrentes y no recurrentes**. El estudiante puede acceder a las secciones: definición, ejercicios, práctica y prueba. En relación con el **componente de personalización de navegación** en este menú y dentro de cada sección, los estudiantes **DC** tienen una **navegación guiada** y paso a paso (ver figura 20), en tanto los estudiantes **IC** deben ingresar primero a la definición y luego se activan simultáneamente los demás iconos, por tanto se le provee una **navegación libre** (ver figura 21). El estudiante en cualquiera de los casos puede devolverse e ingresar a los nodos ya vistos. De otro lado, se observa que en la parte superior izquierda está disponible el acceso a los diferentes menús de la plataforma.

**Figura 20.** Pantalla menú módulo - estudiante DC.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 21.** Pantalla menú módulo - estudiante IC.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Sección Definición

En esta sección se presenta al estudiante **información de apoyo** para favorecer la **construcción de esquemas**. Tiene como objetivo que el estudiante comprenda e identifique los elementos y el uso que puede darle al tipo de estructura de selección en la solución de problemas algorítmicos. La definición se compone de varias pantallas con el fin de minimizar la carga cognitiva del estudiante. La estrategia didáctica en relación con el **componente de personalización** de procesamiento de información, aplica en esta sección. A los estudiantes **DC** se les presenta la información de forma global (ver figura 22), en tanto los estudiantes **IC** se les presenta información de forma analítica<sup>7</sup> (ver figura 23). Se empleó el método de variante de explicaciones y la técnica variante de fragmentos y páginas.

Figura 22. Pantalla sección definición - estudiante DC.



Fuente: Elaboración propia.

7 El componente de personalización sobre procesamiento de la información, se observa con mayor profundidad al acceder a las diferentes pantallas de la sección definición.

**Figura 23.** Pantalla sección definición - estudiante IC.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Sección de Ejercicios

Se presenta al estudiante **información procedimental** con el fin de promover la automatización de esquemas. Por medio de ejercicios que permiten identificar la comprensión de los elementos y el uso que puede darle al tipo de estructura de selección, en la solución de problemas algorítmicos. Cada sección de ejercicios se compone de 10 ejercicios, uno por cada pantalla (ver figura 24) y en caso de no efectuar correctamente el ejercicio, se provee una realimentación cognitiva y correctiva inmediata (ver figura 25), donde se indica cuál fue el error y cómo se efectúa de forma correcta. En la parte inferior donde dice “respuestas correctas” se realiza el conteo de los aciertos representado cada uno por una estrella.

Los estudiantes pueden realizar los ejercicios todas las veces que deseen, con el fin de mejorar la comprensión sobre el tipo de estructura de selección; la decisión de realizar nuevamente los ejercicios es tomada por el estudiante. La estrategia didáctica en relación con el **componente de personalización de retroalimentación** consiste en que a los estudiantes DC se les presenta un mensaje de retroalimentación en las secciones de ejercicios (ver figura 26), práctica, prueba y reto, en tanto los estudiantes IC no se les presenta retroalimentación en las secciones de ejercicios (ver figura 27) y práctica, pero si en las secciones de prueba y reto. Se empleó el método de insertar y remover fragmentos y la técnica de texto condicional.

Figura 24. Pantalla sección ejercicios.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Pantalla retroalimentación inmediata.



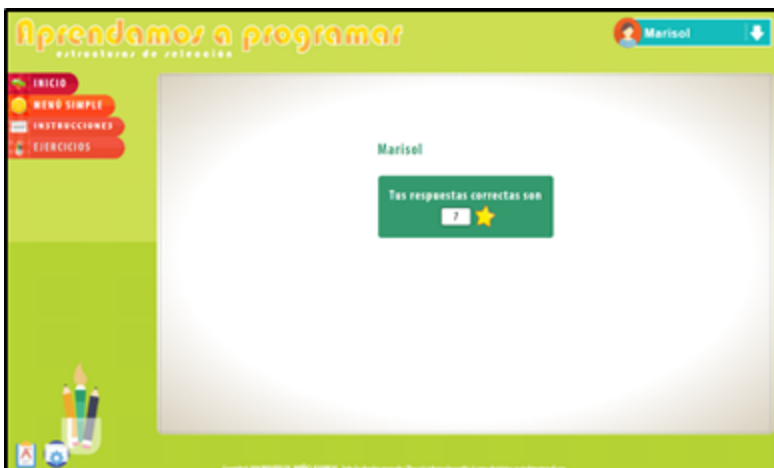
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Pantalla retroalimentación – estudiante DC.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.



Fuente: Elaboración propia.

### Sección de Práctica

Permite la **automatización de esquemas** a través de la **práctica de parte de las tareas**, se realiza de forma **distribuida y espaciada**, por tal razón en la mayoría de módulos se encuentra la sección de práctica. Comúnmente, se presentan problemas algorítmicos en donde el estudiante debe practicar una parte de la tarea. Se presenta una práctica por cada pantalla (ver figura 28). En la parte inferior se indican las respuestas correctas por medio de estrellas. Los estudiantes pueden realizar las prácticas todas las veces que lo requieran. La estrategia didáctica en relación con el **componente de personalización de retroalimentación** es similar a la expuesta en la sección de ejercicios, en este sentido a los estudiantes **DC** se les presenta un mensaje de retroalimentación, en tanto a los estudiantes **IC** no.

**Figura 28.** Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Sección de la Prueba

En esta sección se evalúa la **el logro de aprendizaje** de forma parcial alcanzado por cada estudiante en relación con el desarrollo del módulo. Se presentan 10 preguntas, una por cada pantalla (ver figura 29). En la parte inferior se indica el número de aciertos. El estudiante puede realizar la prueba máximo un total de tres veces, si lo desea. En este caso todos los estudiantes cuentan con retroalimentación al final de la prueba.

Figura 29. Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.



Fuente: Elaboración propia.

### Módulo Reto

El último módulo de la unidad se denomina Reto, se compone de tres retos (ver figura 30). Cada reto permite que el estudiante solucione 10 problemas con niveles de dificultad moderada. En el reto tres se evidencia la estrategia didáctica en relación con el **componente de personalización de trabajo en grupo o individual**, donde el estudiante DC contacta a un compañero (ver figura 31) y procede a trabajar en grupo (dos personas), se comunican por medio de un chat (ver figura 32); y los estudiantes IC trabajan de forma individual.

Figura 30. Pantalla menú Reto.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 31.** Pantalla Trabajo en grupo / contactar compañero.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 32.** Pantalla trabajo en grupo / chat.



**Fuente:** Elaboración propia. Tomado de la interacción de los estudiantes con la plataforma.

### **Evaluación de la unidad**

Cuando el estudiante finaliza todos los módulos de cada unidad uno o dos, accede a la evaluación de la unidad. Se evalúa el logro de aprendizaje de cada estructura de selección simple o doble (ver figura 33). Sólo se realiza una sola vez y no efectúa conteo de aciertos visible al estudiante.



**Figura 33.** Pantalla evaluación unidad.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Menú de la unidad 3:**

La unidad tres permite hacer un repaso e integrar en la solución de problemas algorítmicos ambas estructuras de selección. Es una unidad corta en su extensión, pues se compone de una introducción y tres niveles (ver figura 34). En cada nivel (ver figura 35) se presentan 10 tareas de aprendizaje que implica la solución de problemas algorítmicos, con diferentes niveles de dificultad a medida que avanza entre los niveles propuestos.

**Figura 34.** Pantalla unidad 3.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 35.** Pantalla unidad 3 – Nivel 3.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Evaluación final

Se activa cuando el estudiante finaliza todas las unidades. Evalúa el logro de aprendizaje de las estructuras de selección simple y doble (ver figura 36). Se realiza sólo una vez y no efectúa conteo de aciertos visible al estudiante.

**Figura 36.** Pantalla evaluación final.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Opciones personales

Permiten al estudiante ingresar en cualquier momento a las opciones: ¿dónde estoy?, resultados y ayuda (ver figura 37).

**Figura 37.** Pantalla despliegue de opciones personales.



**Fuente:** Elaboración propia.

### ¿Dónde estoy?

Permite al estudiante ver la estructura de todo el contenido, se le indica en que parte del contenido se encuentra, y además puede navegar desde allí. En cuanto a la estrategia didáctica en relación con el **componente de personalización de navegación**, se presenta al estudiante DC un mapa jerárquico (ver figura 38), y al IC un índice (ver figura 39).

**Figura 38.** Pantalla ¿Dónde estoy? – Mapa jerárquico – Estudiante DC.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 39.** Pantalla ¿Dónde estoy? – Índice– Estudiante IC.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Mis resultados

Por medio de esta opción el estudiante puede consultar todo su proceso en términos de las calificaciones obtenidas en cada unidad, módulo y sección de la plataforma. En la tabla de resultados se muestran los resultados por actividad, de la siguiente forma: (a) el resultado en el primer, segundo y último intento, (b) el número de intentos, y (c) el puntaje promedio (ver figura 40). El estudiante al ver sus notas estaba en la facultad de decidir si repetía alguna de las secciones de la plataforma con el fin de mejorar su desempeño.

**Figura 40.** Pantalla Mis resultados.

Actividad	Estructura de Selección Simple	Evaluación de Selección Simple	Evaluación de Selección Doble	Evaluación de Selección Simple y Doble	Promedio
¿Qué es?					
Exposición	0.00	0.00	0.00	3	0.00
Prueba	0.00	0.00	0.00	3	0.00
Condiciones y expresiones					
Exposición	0.00	0.00	0.00	3	0.00
Prueba	0.00	0.00	0.00	3	0.00
Instrucciones					
Exposición	0.00	0.00	0.00	3	0.00
Prueba	10.00	10.00	10.00	3	10.00
Prueba	10.00			3	10.00
Selección de problemas					
Exposición	0.00	10.00	10.00	3	0.00
Prueba	0.00	10.00	10.00	3	0.00

**Fuente:** Elaboración propia.

## Ayuda

A través de esta opción los estudiantes pueden resolver dudas o inquietudes sobre el funcionamiento de la plataforma (ver figura 41).

**Figura 41.** Pantalla Ayuda.



**Fuente:** Elaboración propia.



## La ruta de trabajo



En este capítulo se describe la perspectiva metodológica utilizada en el presente estudio, con el fin de responder a la pregunta de investigación y dar cuenta de los objetivos específicos planteados. Para ello, se describe el tipo de estudio y diseño, las variables, los instrumentos de recolección de información y el procedimiento utilizado.

### Tipo de estudio y diseño

Para el desarrollo de la investigación se abordó un estudio cuasi-experimental, el cual es empleado en investigaciones sociales donde se requiere analizar situaciones de causa y efecto con mayores niveles de objetividad, control de variables y validez interna. A diferencia de los estudios experimentales se trabaja con grupos intactos, pues “los sujetos no se asignan al azar ni se emparejan” (Hernández-Sampieri,

Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2014, p. 151). Algunos de los elementos que se pueden controlar en un estudio cuasi-experimental tienen que ver con “cuándo llevar a cabo las observaciones, cuándo aplicar la variable independiente o tratamiento y cuál de los grupos recibirá el tratamiento” (Buendía, Colás y Hernández, 1998, p. 101). Por último, de acuerdo con los planteamientos de Buendía et al. (1998), los estudios experimentales controlan mejor las variables que pueden afectar la validez interna de los resultados, en tanto los estudios cuasi-experimentales tienen un mayor control de la validez externa de los mismos.

En cuanto al diseño de la investigación, se empleó un diseño factorial donde se analizan las relaciones causa-efecto entre la variable dependiente (VD) y dos variables independientes (VI) con sus respectivos valores. Las variables independientes también son denominadas factores y los valores se denominan niveles. En este sentido, Fontes de García et al. (2015) indican que cada tratamiento o condición experimental corresponde a la combinación de cada valor o nivel de las variables independientes o factores. Las ventajas de este tipo de diseño consisten en que permite evaluar los efectos principales de cada VI sobre la VD, y los efectos de la interacción, quiere decir de la combinación de los valores de las VI sobre la VD. A continuación, se presentan cada una de las variables empleadas en la presente investigación.

## Variables

Las variables abordadas en este estudio fueron:

- **Variables dependientes:**
  - Logro de aprendizaje.
  - Percepción hacia los AED.
  
- **Variables independientes:**
  - Personalización controlada por el usuario. Sus valores son: (a) ausencia de personalización controlada por el usuario, y (b) presencia de personalización controlada por el usuario.
  - Personalización controlada por el sistema. Sus valores son: (a) ausencia de personalización controlada por el sistema, y (b) presencia de personalización controlada por el sistema.



- **Variable Asociada:**

- Estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo. Sus valores son: dependiente de campo e independiente de campo.

- **Covariables:**

- Prueba inicial - logro de aprendizaje.
- Prueba unidad 1 – logro de aprendizaje.
- Prueba unidad 2 - logro de aprendizaje.

A continuación se muestra el diseño factorial 2x2 que se emplea para analizar la influencia de las variables independientes con sus respectivos valores sobre las variables dependientes.

**Tabla 6.** Diseño factorial, variables independientes y sus valores.

		Personalización controlada por el sistema	
		No	Si
Personalización controlada por el usuario	No	Grupo A	Grupo B X
	Si	Grupo C Y	Grupo D XY

**Fuente:** Elaboración propia.

Cabe aclarar que con el fin de analizar la variable asociada “estilo cognitivo” en la dimensión DIC el diseño factorial se ampliará a un diseño factorial 2x2x2. En cuanto a las mediciones efectuadas a las variables dependientes: logro de aprendizaje y percepción sobre el AEDP, se muestran en la figura (42 y 43). En cada figura se encuentra: **G** que corresponde al grupo intervenido, **X** que refiere a la condición experimental “ambiente educativo digital personalizado controlado por el sistema”, **Y** corresponde a “ambiente educativo digital personalizado controlado por el usuario” y **O** corresponde a la medición realizada. Específicamente, en relación con el **logro de aprendizaje** (L.A.) (ver figura 42) se efectuaron cuatro mediciones mediante cuatro pruebas de logro de aprendizaje: prueba inicial, prueba unidad uno, prueba unidad dos y prueba final. En cuanto a la **percepción** (P) sobre el AED se realizó una medición al final de la intervención (ver figura 43) por medio de un cuestionario.

**Figura 42.** Medición del logro de aprendizaje.

<b>G<sub>1</sub></b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial)		<b>O</b> L.A. (prueba unidad 1)		<b>O</b> L.A. (prueba inicial 2)		<b>O</b> L.A. (prueba final)
<b>G<sub>2</sub></b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial)	<b>X</b>	<b>O</b> L.A. (prueba unidad 1)	<b>X</b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial 2)	<b>X</b>	<b>O</b> L.A. (prueba final)
<b>G<sub>3</sub></b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial)	<b>Y</b>	<b>O</b> L.A. (prueba unidad 1)	<b>Y</b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial 2)	<b>Y</b>	<b>O</b> L.A. (prueba final)
<b>G<sub>4</sub></b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial)	<b>XY</b>	<b>O</b> L.A. (prueba unidad 1)	<b>XY</b>	<b>O</b> L.A. (prueba inicial 2)	<b>XY</b>	<b>O</b> L.A. (prueba final)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 43.** Medición Percepción.

<b>G<sub>1</sub></b>		<b>O<sub>p</sub></b>
<b>G<sub>2</sub></b>	<b>X</b>	<b>O<sub>p</sub></b>
<b>G<sub>3</sub></b>	<b>Y</b>	<b>O<sub>p</sub></b>
<b>G<sub>4</sub></b>	<b>XY</b>	<b>O<sub>p</sub></b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, con el fin de controlar algunos elementos que pueden influir en el desarrollo del trabajo empírico de la investigación, se definieron al inicio de la implementación variables de control en relación con dos factores: horario de clase a la misma hora 7:35 a.m. a 9:15 a.m., y el mismo maestro para todos los grupos.

## Participantes

En el estudio empírico participaron 136 estudiantes de grado quinto de educación básica primaria de la Institución Educativa Distrital Manuel Cepeda Vargas (Bogotá – Colombia), jornada mañana. Los grupos correspondían a los cursos regulares en la institución educativa, por tanto se trabajó con grupos intactos, y en consecuencia se implementó una muestra no probabilística y por conveniencia. La edad de los estudiantes osciló entre los 9 y 14 años. La media de la edad correspondió a 10,21 años, la mediana y la moda a 10 años, por tanto se evidencia un grupo homogéneo en relación con la edad. Al respecto, el 95,6% de los

estudiantes equivalente a 130 se encontraron en el rango de edad entre 9 y 11 años, y solamente el 4,4% de los estudiantes correspondiente a seis, estuvieron entre los 12 y 14 años. La condición socioeconómica de las familias de los estudiantes corresponde en su mayoría a estratos uno y dos. Y los estudiantes se encuentran familiarizados con el uso de dispositivos tecnológicos.

En relación con el sexo, el grupo de estudiantes estaba compuesto por 77 mujeres equivalente al 56,6% y 59 hombres correspondiente al 43,4%. En la tabla 7, se presenta la distribución de los estudiantes en cada uno de los grupos con tratamiento y grupo control. El grupo control y el grupo con personalización del sistema y no por el usuario, cada uno de ellos estuvo conformado por 35 estudiantes, 54,3% mujeres equivalente a 19 y 45,7% hombres correspondiente a 16. El grupo con personalización del usuario y no por el sistema contó con 30 estudiantes, de los cuales el 63,3% fueron mujeres (n=19) y el 36,7% hombres (n=11). Y el grupo con personalización por el sistema y por el usuario estaba compuesto por 36 estudiantes, entre ellos el 55,6% eran mujeres (n=20) y el 44,4% hombres (n=16). En todos los grupos se presentó una mayor cantidad de mujeres. Adicionalmente, de los 136 estudiantes se identificaron 10 estudiantes repitentes y 15 estudiantes nuevos en la institución educativa.

**Tabla 7.** Distribución de estudiantes por grupo en relación con el sexo.

		Personalización controlada por el sistema					
		No			Si		
		Mujeres % (n)	Hombres % (n)	Total	Mujeres % (n)	Hombres % (n)	Total
Personalización controlada por el usuario	No	54,3% (19)	45,7% (16)	<b>35</b>	54,3% (19)	45,7% (16)	<b>35</b>
	Si	63,3% (19)	36,7% (11)	<b>30</b>	55,6% (20)	44,4% (16)	<b>36</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, en relación con los aspectos éticos de la investigación social, a los estudiantes y padres de familia y/o acudientes se les informó sobre la intervención a realizar, y para formalizar este proceso los padres de familia y/o acudientes firmaron un consentimiento informado.

## **Instrumentos de recolección de información**

Se dispuso de los siguientes instrumentos de recolección de información: el primero para establecer el estilo de cognitivo de los estudiantes, el segundo con el fin de medir el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes y el tercero para determinar la percepción de los estudiantes hacia el AED. A continuación se detalla cada uno:

### **Test de figuras enmascaradas**

Este es uno de los instrumentos más utilizados como medida de la dimensión cognitiva dependencia-independencia de campo. Se empleó el formato de Sawa (1966) de administración grupal. La tarea en este test consiste en que la persona debe discriminar una figura simple, perfilándola en el contexto de una compleja. La prueba tiene cinco ejercicios, cada ejercicio muestra al estudiante una figura simple, la cual debe encontrar en 10 figuras complejas, resolviendo un total de 50 ítems. Para esto el estudiante debe trazar el contorno de la figura simple en cada una de las figuras complejas. Cada ejercicio se presenta en una hoja diferente y tiene un tiempo específico para el desarrollo de cada hoja o ejercicio. El puntaje de esta prueba se obtiene sumando los aciertos de cada uno de los ítems en cada ejercicio. Los puntajes más altos identifican a los sujetos altamente independientes de campo y los puntajes más bajos identifican a las personas altamente dependientes de campo. En relación con la confiabilidad de la prueba, el coeficiente de alfa de Cronbach se encuentra entre 0,91 y 0,97 (Hederich y Camargo, 1999).

Para el caso de la presente investigación se tomaron dos aspectos en consideración: (a) tiempo de la prueba: con el fin de aplicar la prueba a los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria, se procedió previamente a realizar un pilotaje de la prueba EFT de administración grupal a 141 estudiantes de grado quinto de la jornada de la mañana en el año 2017, adicionando 15 segundos en el desarrollo de cada ejercicio. Se evidenció que los estudiantes se desempeñaron adecuadamente en la prueba con resultados que oscilaban entre 1 y 40 con un promedio de 18,53 y DE=8,12; por tanto, se procedió a aplicar la prueba a los estudiantes que hacen parte de la muestra; y (b) la asignación de los estudiantes a cada polaridad estilística: se obtuvo la mediana de los datos, equivalente a 16 aciertos, a partir de

este valor se distribuyeron los estudiantes DC e IC en relación con la condición experimental “personalización controlada por el sistema”; y se almacenó el estilo cognitivo de los demás estudiantes en la base de datos del AEDP, para su análisis posterior.

## Prueba de logro de aprendizaje

La prueba permite medir el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes de grado quinto de básica primaria, en la temática de estructuras de selección, específicamente en dos subtemas: estructuras de selección simple y estructuras de selección doble. En relación con la **validez de contenido**, la primera versión de la prueba constaba de 50 ítems, esta versión fue sometida a juicio de expertos. Para esto, se realizó una entrevista semiestructurada a tres expertos con el fin de obtener su opinión en relación con la pertinencia, la dificultad, la longitud, y el tiempo de la primera versión de la prueba de logro de aprendizaje. Atendiendo a los aportes realizados por el grupo de expertos, se procedió a efectuar los ajustes. Y se obtuvo la **versión final de la prueba** de logro de aprendizaje. Esta prueba se compone de 40 preguntas, con un tiempo de duración máximo de 90 minutos. 27 preguntas presentan cuatro opciones de respuesta y 13 preguntas se ejecutan desde el editor de código visual. La tabla 8 presenta la caracterización de los ítems de la prueba de logro de aprendizaje, a continuación se describe el contenido de cada columna:

- Unidad Temática: la prueba de logro de aprendizaje evalúa dos unidades temáticas. La primera unidad temática corresponde a estructura de selección simple, y la segunda temática aborda la estructura de selección doble.
- Sección: cada unidad temática está compuesta de cuatro secciones. Y cada sección se compone de cinco preguntas que evalúan un tópico específico de cada estructura de selección. Las secciones son: (a) qué es: evalúa la comprensión sobre la utilidad de la estructura de selección y la identificación de los componentes de ésta; (b) condiciones y expresiones: evalúa que el estudiante identifique y comprenda el uso de condiciones y expresiones al emplear una estructura de selección; (c) instrucciones: evalúa que el estudiante identifique y comprenda las instrucciones a utilizar en la estructura de selección; y d) solución de problemas: evalúa que el estudiante comprenda los pasos para la resolución de problemas algorítmicos y construya algoritmos desde el editor de código visual.

- Tipo de tarea a realizar: de acuerdo con las habilidades a desarrollar en la enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores. Se establecen las siguientes tareas a realizar: (a) identificación: reconoce las partes que componen una estructura de selección simple o doble; (b) descripción de situaciones: describe las acciones que suceden en un algoritmo o la utilidad de la estructura de selección; (c) completar un algoritmo: completa la condición, o la expresión, o la(s) instrucción(es) que faltan en un algoritmo; (d) identificar el algoritmo correcto: reconoce el algoritmo que soluciona el ejercicio presentado; (e) identificar el tablero correcto: identifica el tablero que soluciona el algoritmo presentado; (f) Depurar un algoritmo: corrige el o los error(es) en un algoritmo; y (g) realizar el algoritmo: construye el algoritmo en un editor de código visual.
- Tipo de respuesta: de acuerdo con el tipo de tarea realizar el estudiante puede encontrar los siguientes tipos de respuesta: (a) opción múltiple con cuatro opciones de respuesta, cada opción puede presentar: texto referente a oraciones que describen una situación; bloque(s), se presenta uno o varios bloques de instrucciones; algoritmo, muestra un algoritmo completo en una estructura visual compuesta por bloques; tablero, presenta el tablero que corresponde al algoritmo planteado. (b) editor de código visual, opción en la cual el estudiante puede construir o corregir el algoritmo, y ejecutarlo las veces que desee.

**Tabla 8.** Caracterización de los ítems - prueba de logro de aprendizaje.

Ítem	Unidad Temática	Sección	Tipo de tarea a realizar						Tipo de Respuesta	
			Identificación	Descripción de Situaciones	Completar un Algoritmo	Identificar el Algoritmo Correcto	Identificar el Tablero Correcto	Depurar al Algoritmo		Realizar el Algoritmo
1	1	¿Qué es?		✓						Textual
2	1		✓							Bloque(s)
3	1		✓							Bloque(s)
4	1		✓							Bloque(s)
5	1		✓							Bloque(s)
6	1	Condiciones y expresiones		✓						Textual
7	1				✓					Bloque(s)
8	1					✓				Algoritmo
9	1						✓			Tablero
10	1							✓		Editor código visual

11	1	Instrucciones		✓					Textual		
12	1					✓			Bloque(s)		
13	1						✓		Algoritmo		
14	1							✓	Tablero		
15	1								✓	Editor código visual	
16	1	Solución de problemas		✓					Textual		
17	1								✓	Editor código visual	
18	1								✓	Editor código visual	
19	1								✓	Editor código visual	
20	1								✓	Editor código visual	
21	2	¿Qué es?		✓					Textual		
22	2		✓							Bloque(s)	
23	2		✓							Bloque(s)	
24	2		✓							Bloque(s)	
25	2		✓							Bloque(s)	
26	2	Condiciones y expresiones		✓					Textual		
27	2					✓				Bloque(s)	
28	2						✓			Algoritmo	
29	2							✓		Tablero	
30	2								✓	Editor código visual	
31	2	Instrucciones		✓					Textual		
32	2					✓				Bloque(s)	
33	2						✓			Algoritmo	
34	2							✓		Tablero	
35	2								✓	Editor código visual	
36	2	Solución de problemas							✓	Editor código visual	
37	2									✓	Editor código visual
38	2									✓	Editor código visual
39	2									✓	Editor código visual
40	2								✓		Editor código visual

**Fuente:** Elaboración propia. Esta tabla se basa en elementos planteados por Román-González, (2016, p. 373): Cuadro resumen de especificaciones de los 28 ítems del Test de Pensamiento Computacional - TPC (versión 2.0).

## Versiones Prueba Logro de Aprendizaje

A partir de la versión final de la prueba de logro de aprendizaje inicial, se realizaron dos versiones adicionales de la prueba de logro de aprendizaje. Una versión que se aplica para evaluar la unidad 1 y la unidad 2. Y la otra versión corresponde a la prueba final del proceso. Cada una de estas pruebas se desarrolla en línea en el AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de selección”. A continuación se especifica en cada versión, qué se evalúa, la cantidad de preguntas y la duración en minutos.

**Tabla 9.** Especificación de las versiones de las pruebas de logro de aprendizaje.

Versión	Tipo de prueba	Objetivo	Cantidad de preguntas	Duración en minutos
1	Prueba inicial	Determinar los conocimientos iniciales de los estudiantes en el tema de estructuras de selección simple y doble.	40	90
2	Prueba unidad 1	Determinar de forma parcial el progreso en el logro de aprendizaje de los estudiantes en el tema de estructura de selección simple.	20	45
2	Prueba unidad 2	Determinar de forma parcial el progreso en el logro de aprendizaje de los estudiantes en el tema de estructura de selección doble.	20	45
3	Prueba final	Determinar al final del proceso de la intervención educativa el progreso en el logro de aprendizaje de los estudiantes en el tema de estructuras de selección simple y doble.	40	90

**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a la **consistencia interna** de cada prueba de logro de aprendizaje se aplicó un análisis de fiabilidad para determinar el coeficiente de alfa de Cronbach. Las pruebas fueron respondidas por 136 estudiantes. Los valores obtenidos del coeficiente de alfa de Cronbach en cada una de las pruebas son: (a) *prueba inicial* = 0,647, (b) *prueba*



de la unidad 1 = 0,692, (c) prueba de la unidad 2 = 0,820, y (d) prueba final = 0,849. Por tanto, en la prueba inicial y la prueba de la unidad 1 tienen un coeficiente de alfa de Cronbach aceptable. Y la prueba de la unidad 2 y la prueba final evidencian un coeficiente de alfa de Cronbach satisfactorio. En conclusión, considerando las cuatro pruebas de logro de aprendizaje se evidencia estabilidad en los resultados obtenidos a partir del estadístico de fiabilidad de alfa de Cronbach.

## Cuestionario de percepción sobre el AEDP

El cuestionario permite medir la percepción de los estudiantes sobre el AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de Selección”, en relación con la intención de uso, agrado y uso. Este instrumento basa su diseño en la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología - UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) desarrollada por Venkatesh et al. (2003). El cuestionario evalúa seis categorías: expectativa de desempeño, expectativa de esfuerzo, influencia social, condiciones facilitadoras, expectativa de disfrute<sup>8</sup> e intención de uso (explicadas en el capítulo 4). En relación con la *validez contenido*, se desarrolló una primera versión del cuestionario, el cual tenía 34 ítems. Esta versión fue puesta a consideración de dos expertos, un experto en relación con el diseño de instrumentos de medición, y el otro experto en el área de informática educativa. Se solicitó la opinión sobre el cuestionario vía correo electrónico respecto de la pertinencia, claridad, longitud y comentarios adicionales. De acuerdo con los aportes realizados por los expertos, se procedió a efectuar los ajustes y eliminar ítems repetidos. Posteriormente, se verificó la consistencia interna del cuestionario mediante la aplicación de un *análisis de fiabilidad* para determinar el coeficiente de alfa de Cronbach, el cuestionario fue aplicado a 136 sujetos, y el estadístico de fiabilidad del coeficiente de alfa corresponde a 0,763. La versión final del cuestionario se compone de 26 ítems. La forma de aplicación del cuestionario es en línea: [www.educacionaedp.com/cuestionarioaedp](http://www.educacionaedp.com/cuestionarioaedp). Es importante aclarar que esta es una primera versión del instrumento. Recordemos que en la revisión documental realizada no se encontraron antecedentes previos sobre instrumentos que midan la percepción sobre AEDP con estudiantes de

---

8 El presente estudio asume a denominación de expectativa de disfrute en relación con la categoría percepción de disfrute abordada por Davis et al. (1992), Venkatesh y Bala (2008), Cabero-Almenara et al. (2016), y Cabero-Almenara y Pérez Díez de los Ríos (2018).

básica primaria. En consecuencia, una proyección a futuro en relación con este cuestionario es fortalecer la consistencia interna mediante la nivelación del número de ítems pertinente por categoría y el análisis de fiabilidad por categoría.

## **Procedimiento**

### **Etapas 1: Diseño y construcción del AEDP “estructuras de selección – Aprendamos a programar”**

En principio se establecieron las características de los AED a partir de la personalización controlada por el usuario y por el sistema, basada en la dimensión estilística de la dependencia e independencia de campo. Y luego se procedió a diseñar y construir el AEDP “estructuras de selección – Aprendamos a programar”. De acuerdo con las diversas configuraciones que puede tomar el AEDP se encuentran cuatro versiones: (a) sin personalización controlada por el sistema y el usuario, (b) con personalización controlada por el sistema y sin personalización controlada por el usuario, (c) sin personalización controlada por el sistema y con personalización controlada por el usuario, y (d) con personalización controlada por el sistema y el usuario (ver capítulo 5).

### **Etapas 2: Preparación de los instrumentos de recolección de información**

Se prepararon los instrumentos de recolección de información implementados en el desarrollo del trabajo empírico. En relación con la prueba EFT se realizó un pilotaje previo con el fin de determinar su aplicabilidad a la muestra seleccionada, el pilotaje evidenció condiciones adecuadas para su aplicación. En cuanto la prueba de logro de aprendizaje se diseñó a partir de criterios académicos desde la enseñanza de la programación de computadores dirigida a niños, y se diseñaron diferentes versiones de la prueba. Por su parte, el cuestionario sobre percepción sobre el AEDP basó su diseño en la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología – UTAUT. Por último, tanto la prueba de logro de aprendizaje como el cuestionario sobre percepción del AEDP, se les aplicaron criterios de validez de contenido y confiabilidad interna.

### **Etapa 3: Trabajo de campo - Implementación del AEDP en cada grupo y aplicación de pruebas y cuestionario.**

El trabajo de campo se desarrolló en el año 2018. Para empezar, antes de iniciar la intervención educativa se informó a estudiantes y padres de familia y/o acudientes sobre la implementación a realizar. Al respecto, los padres de familia y/o acudientes firmaron un consentimiento informado, quedándose con una copia de este. El desarrollo de la propuesta pedagógica se efectuó en el horario de clase habitual de la asignatura informática, entre 7:30 a.m. a 9:15 a.m., correspondiente a un día a la semana con cada grupo, por tanto durante cuatro días a la semana se efectuó este proceso. Los estudiantes asisten al aula de informática la cual cuenta con 40 computadores portátiles con conexión a internet y 40 audífonos. La plataforma solo estaba activa para los estudiantes durante la sesión de clase. Cada grupo de estudiantes trabajó con una versión del AED asignada al azar. En la primera sesión se aplicó la prueba EFT grupal a los estudiantes, con el fin de identificar la polaridad estilística DC o IC de cada uno. Esta información fue almacenada en AEDP para que la plataforma utilice esta información en el caso donde se requiera personalización por parte del sistema.

Luego, en la segunda sesión se realizó la introducción y explicación de los objetivos y sobre cómo trabajar con la plataforma, además se brindó a los estudiantes orientaciones para el trabajo 100% con un sistema de aprendizaje digital, ya que no se dio la clase tradicional basada en las explicaciones del maestro, sino en cambio todo el proceso de enseñanza estaba a cargo de la plataforma. Posteriormente, se les entregó los usuarios y contraseñas a los estudiantes para que ingresaran a la plataforma. En cuanto ingresaron a la plataforma todos los estudiantes de cada grupo efectuaron la prueba de logro de aprendizaje inicial al mismo tiempo. Los estudiantes interactuaron con el AEDP durante 11 a 16 sesiones de acuerdo con el ritmo de cada estudiante. Durante cada sesión de trabajo cada estudiante se ubicó en su puesto de trabajo previamente asignado, y procedía a iniciar sesión en la plataforma y trabajar en ella. En tanto, la docente acompaña el proceso de los estudiantes en la resolución de dudas o preguntas sobre el manejo de la plataforma, las cuales fueron pocas, ya que el manejo del AEDP es muy intuitivo, o solucionar problemas de conexión a internet; por otro lado, la docente durante las cuatro primeras sesiones, al inicio de la clase les indicó a los estudiantes sugerencias y orientaciones relacionadas con el

proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de la plataforma, de igual forma a todos los grupos.

Durante las sesiones de interacción con el AEDP los estudiantes realizaron las pruebas de logro de aprendizaje parciales y final de acuerdo con su ritmo de aprendizaje. Y al terminar su proceso de aprendizaje en la plataforma, diligenciaban el cuestionario sobre percepción del AEDP. Los estudiantes que finalizaban todo su proceso, trabajaron en otra plataforma de la clase de forma individual con el fin de mantener un ambiente en silencio para los compañeros que no habían finalizado.



Imágenes del banco de fotografías del autor

#### **Etapa 4: Análisis de resultados**

Por último, se efectuó el análisis de los resultados obtenidos a partir de la información suministrada en los instrumentos de recolección de información. Los datos obtenidos en el proceso investigativo se analizaron empleando procesos de estadística descriptiva e inferencial. En relación con el logro de aprendizaje se realizaron análisis de medidas de tendencia central y covarianza. En cuanto a la percepción de los estudiantes sobre el AEDP, se efectuó procesos de análisis de medidas de tendencia central y análisis de varianza.



## Análisis de resultados



En este capítulo se presentan los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos en el estudio empírico. Recordemos que el estudio se realizó con cuatro grupos escolares que interactuaron con una versión del AEDP en relación con el control de los componentes de personalización a cargo del sistema y/o usuario, con el fin de identificar los posibles efectos sobre el logro de aprendizaje y la percepción de los estudiantes sobre este tipo de sistemas educativos. Adicionalmente, se planteó el estilo cognitivo como variable asociada. Para esto, se efectuaron los siguientes análisis estadísticos: (a) condiciones iniciales de los grupos, (b) resultados sobre el logro de aprendizaje, (c) resultados en relación con la percepción sobre el AED, (d) resultados en el logro de aprendizaje en los grupos que efectuaron personalización controlada por el usuario en las situaciones de coincidencia y discordancia estilística.

## Características iniciales de los grupos

Para comenzar, se determinaron las características iniciales de los grupos con la intención de establecer si hay o no diferencias entre los grupos al inicio de la intervención educativa, con el fin de evitar posibles sesgos. Para éste propósito, se analizaron las características iniciales de cada grupo a partir de los conocimientos iniciales y la distribución de los estudiantes en relación con el estilo cognitivo. En principio, presentamos la denominación que se dio a cada grupo escolar a lo largo de este capítulo (ver tabla 10).

**Tabla 10.** Denominación de los grupos escolares de acuerdo con el control de la personalización.

Grupo Escolar	Control de la personalización		Denominación
	Por el sistema	Por el usuario	
<b>Grupo A</b>	No	No	Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)
<b>Grupo B</b>	Si	No	Grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)
<b>Grupo C</b>	No	Si	Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)
<b>Grupo D</b>	Si	Si	Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)

**Fuente:** Elaboración propia.

## Conocimientos iniciales por grupo escolar

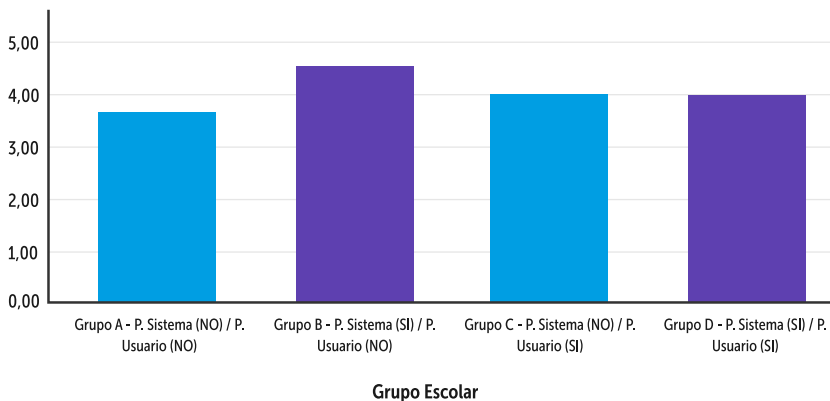
Con el propósito de establecer las características iniciales de los grupos en relación con los conocimientos iniciales, se analizó el puntaje obtenido en la prueba inicial con respecto al valor de la media, desviación estándar y análisis de varianza de un factor. En la tabla 11 y figura 44 se presenta el valor de la media (M) y la desviación estándar (DE) de la prueba de logro de aprendizaje inicial en relación con el grupo escolar. Se observa que el valor de media más alto es 4,25 corresponde al grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO), en tanto los demás grupos muestran valores de media similares.



**Tabla 11.** Medias y Desviación estándar en la prueba de logro inicial en cada grupo escolar

Grupo Escolar	Prueba de logro de aprendizaje inicial	
	Media	Desviación estándar
Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)	3,64	1,05
Grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)	4,25	1,04
Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)	3,86	,90
Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)	3,84	1,42

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 44.** Medias en la prueba de logro inicial en cada grupo escolar.

**Fuente:** Elaboración propia.

Con el objetivo de identificar posibles diferencias entre los grupos en relación con la prueba de logro inicial, se efectuó un análisis de varianza de un factor (ver tabla 12). Se puede observar que no hay diferencias significativas ( $p=.148$ ) entre los grupos en cuanto a sus conocimientos iniciales.

**Tabla 12.** Análisis de varianza de un factor: prueba de logro inicial y grupo escolar.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,911	3	2,304	1,813	,148
Intra-grupos	167,772	132	1,271		
Total	174,684	135			

**Fuente:** Elaboración propia.

### Distribución de los estudiantes de acuerdo con el grupo y el estilo cognitivo

La distribución de las polaridades estilísticas en la dimensión DIC de cada grupo se presenta en la tabla 13. Los 136 estudiantes se distribuyeron en 50.7% estudiantes dependientes de campo correspondiente a 69 sujetos y 49.3% estudiantes independientes de campo equivalente a 67 sujetos. El grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO) contó con la mayor cantidad de estudiantes dependientes de campo correspondiente a 62.9%; el grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI) tuvo una mayor cantidad de estudiantes independientes de campo equivalente a 61.1%. En tanto, los grupos B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO) y C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI), se evidenciaron cantidades similares de ambas polaridades estilísticas.

**Tabla 13.** Cantidad de estudiantes por grupo y distribución en relación con el estilo cognitivo.

Grupo	Estilo Cognitivo		Total estudiantes por grupo
	Dependiente de campo % (n)	Independiente de campo % (n)	
Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)	62,9% (22)	37,1% (13)	35
Grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)	51,4% (18)	48,6% (17)	35
Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)	50,0% (15)	50,0% (15)	30
Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)	38,9 (14)	61,1% (22)	36
<b>Total % (n)</b>	<b>50,7 (69)</b>	<b>49,3% (67)</b>	<b>136</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

A fin de establecer si hay diferencias significativas en la distribución de los estudiantes en relación con el estilo cognitivo en los grupos, se realizó una prueba de chi-cuadrado (ver tabla 14). Los resultados indicaron que no hay diferencias significativas ( $p=.252$ ) en la distribución de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo en cada grupo escolar. Por tanto, se concluye que no hay sesgos entre los grupos en relación con el estilo cognitivo.

**Tabla 14.** Prueba de Chi-cuadrado: distribución de estudiantes por estilo cognitivo en los grupos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,092 <sup>a</sup>	3	,252
Razón de verosimilitudes	4,132	3	,248
Asociación lineal por lineal	1,943	1	,163
N de casos válidos	136		

a. 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 14,78.

**Fuente:** Elaboración propia.

En síntesis, no se encuentran diferencias significativas entre los grupos en relación con los conocimientos iniciales de los estudiantes y la distribución del estilo cognitivo.

## Logro de aprendizaje

En este apartado se presenta un primer análisis intragrupos entre las pruebas de logro de aprendizaje inicial y final de los diferentes grupos, con el fin de identificar si se evidencian diferencias significativas en el aprendizaje alcanzado, en contraste con sus conocimientos iniciales. Posteriormente, con el propósito de construir paulatinamente los resultados y así dar una ilustración más precisa de los posibles efectos de las diferentes variables independientes y asociada en el logro de aprendizaje, se realizan diferentes procedimientos de análisis de covarianza (ANCOVA), lo cual permitirá comprender mejor la complejidad del estudio. Estos ANCOVA analizan el logro de aprendizaje a partir de los siguientes factores: (a) las variables independientes, (b)

la variable asociada, y (c) las variables independientes y la variable asociada; como covariables se emplean las tres pruebas previas de logro de aprendizaje. De esta manera, se presentan los resultados de lo simple a lo complejo. De manera particular, cada ANCOVA que se presenta está precedida de los estadísticos descriptivos con la finalidad de contextualizar los resultados del análisis de covarianza.

### **Análisis intragrupos: pruebas de logro de aprendizaje inicial y final**

Se efectuó una comparación en cada grupo estableciendo la diferencia de medias entre las pruebas de logro de aprendizaje inicial y final. Con el fin de determinar si en cada grupo se encuentran diferencias significativas entre los conocimientos iniciales y el logro de aprendizaje, evaluado en la prueba final. Inicialmente, se determinaron las medias de la prueba de logro final, ver tabla 15. La media más alta fue 7.71 que corresponde al grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO) y la media más baja fue 6.52 del grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO). Sin embargo, los grupos C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI) y D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI) muestran medias superiores a 7.5. Todos los grupos expuestos a los tratamientos evidencian un valor de media superior a una unidad en contraste con el grupo de control.

**Tabla 15.** Medias: Grupo escolar y prueba de logro de aprendizaje final.

Grupo Escolar	Prueba de logro de aprendizaje final	
	Media	Desviación típica
Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)	6,52	1,74
Grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)	7,71	1,62
Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)	7,54	1,19
Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)	7,49	1,38

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego, se realizó una prueba T para muestras relacionadas. La tabla 16 muestra una correlación positiva moderada en cada grupo, en relación con cada par de pruebas. Lo que implica una relación en todos los grupos entre la prueba inicial y la prueba final. En la tabla 17 se observa una ganancia significativa en el logro de aprendizaje en todos los grupos expuestos a tratamiento y el grupo control. Por tanto todos los grupos logran ganancia significativa en el logro de aprendizaje.

**Tabla 16.** Correlaciones de muestras relacionadas entre pares de grupos.

Grupo Escolar			N	Correlación	Sig.
Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	35	,631	,000
Grupo B- P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	35	,488	,003
Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	30	,453	,012
Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	36	,553	,000

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 17.** Prueba de muestras relacionadas  
Grupo escolar: prueba inicial y prueba final.

Grupo Escolar			Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
			Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior				Superior
Grupo A - P. Sistema (NO) / P. Usuario (NO)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	3,35037	,95719	,16180	3,02157	3,67918	20,708	34	,000
Grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	3,85719	,98000	,16565	3,52055	4,19383	23,285	34	,000
Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	3,49271	,85332	,15579	3,17408	3,81134	22,419	29	,000
Grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI)	Par 1	Prueba de logro de aprendizaje inicial y Prueba de logro de aprendizaje final	3,47342	1,34412	,22402	3,01863	3,92821	15,505	35	,000

**Fuente:** Elaboración propia.

## **Efecto del control de la personalización en el AEDP en el logro de aprendizaje**

Uno de los principales objetivos del presente estudio consistió en examinar el efecto sobre el logro de aprendizaje de la temática “estructuras de selección” alcanzado por los estudiantes, en razón a la exposición de la interacción con un AEDP con diferentes versiones. Recordemos que en el capítulo de la metodología se expuso el empleo de un diseño factorial  $2 \times 2$ , donde las variables independientes son: (a) personalización controlada por el sistema, y (b) personalización controlada por el usuario. Cada variable independiente (VI) cuenta con dos valores: (a) presencia, y (b) ausencia. Es así, que cada tratamiento o condición experimental, consiste en la combinación de los respectivos valores de una VI con los de la otra VI. En este apartado se analizó el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes en relación con cada tratamiento efectuado con cada grupo. Para esto, inicialmente se realizó un análisis por medio de los estadísticos descriptivos a través de las medidas de tendencia central y posteriormente se efectuó un análisis de covarianza.

### **Estadísticos Descriptivos**

En este apartado, se presentan los estadísticos descriptivos en relación con el logro de aprendizaje. En principio, se presenta la distribución de los estudiantes de acuerdo con cada VI en cada valor (ver tabla 18). En cuanto a la distribución de los estudiantes en cada VI y sus respectivos valores, se observa en relación con la VI “personalización controlada por el sistema” con el valor de ausencia (NO) que tiene 47.8% de los estudiantes equivalente a 65, y con el valor de presencia (SI) hay 52.2% estudiantes correspondiente a 71. En tanto, la VI “personalización controlada por el usuario” con el valor de ausencia (NO) cuenta con el 51.5% de los estudiantes equivalente a 70, y con el valor de presencia (SI) hay 48.5% correspondiente a 66.

Ahora, la tabla 18 muestra la distribución de los estudiantes en función de la interacción de los valores de las VI. La VI “personalización controlada por el sistema” en el valor de ausencia (NO) en interacción con la VI “personalización controlada por el usuario” en el nivel de ausencia (NO) cuenta con 53.8% estudiantes (35), y en el valor de presencia (SI) hay el 46.2% estudiantes (30). Por otro lado, la VI

“personalización controlada por el sistema” con el valor de presencia (SI) en interacción con la VI “personalización controlada por el usuario” en el valor ausencia (NO) cuenta con el 49.3% de los estudiantes (35); y con el valor de presencia (SI) hay el 50.7% de los estudiantes (36).

**Tabla 18.** Distribución de estudiantes de acuerdo con cada VI y sus valores.

		Personalización controlada por el sistema		Total
		No % (n)	Si % (n)	
Personalización controlada por el usuario	No % (n)	53,8% (35)	49,3% (35)	51,5% (70)
	Si % (n)	46,2% (30)	50,7% (36)	48,5% (66)
Total		47,8% (65)	52,2% (71)	

**Fuente:** Elaboración propia.

Respecto del puntaje obtenido en la prueba de logro de aprendizaje final, en la tabla 19 se muestra la media y la desviación estándar en cada VI y en cada valor. El valor de media más alto es 7.60 y su DE es 1.50 perteneciente a la VI “personalización controlada por el sistema” con el valor de SI. Y el valor de media menor es 6.99 y su DE es 1.58 en la VI “personalización controlada por el sistema en el nivel” NO. Estos datos indican en relación con los valores de las medias que se obtienen mejores resultados cuando hay algún tipo de personalización controlada por el usuario o por el sistema.

**Tabla 19.** Valor de la media y desviación estándar por cada VI y por cada valor en la prueba de logro de aprendizaje final.

		Prueba de logro aprendizaje final	
		Media	Desviación típica
Personalización controlada por el sistema	Si	7,60	1,50
	No	6,99	1,58
Personalización controlada por el usuario	Si	7,52	1,29
	No	7,11	1,77

**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a los puntajes obtenidos en las pruebas parciales y final de logro de aprendizaje en relación con cada condición experimental, en la tabla 20 y la figura 45 se presentan los valores de la media y desviación estándar. Al respecto, se resaltan los resultados más altos en cada prueba de logro en relación con cada grupo: *La prueba de logro de aprendizaje de la unidad uno* tiene una  $M=7.72$  y  $DE=1.20$  corresponde al Grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI). En *la prueba de logro de aprendizaje de la unidad dos* tiene una  $M = 7.54$  y  $DE = 2.27$  pertenece al grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO). Y la prueba de logro final tiene una  $M = 7.71$  y  $DE = 1.62$  que concierne al grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO). Por último, los valores menores de media se encuentran en la ausencia de cualquier tipo de control de personalización.

**Tabla 20.** Valor de la media y desviación estándar en las diferentes pruebas de logro de aprendizaje por cada VI y sus valores.

			Personalización controlada por el sistema			
			No		Si	
			Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Personalización controlada por el usuario	No	Prueba unidad 1	6,59	1,85	7,14	1,76
		Prueba unidad 2	6,77	1,94	7,54	2,27
		Prueba final	6,52	1,74	7,71	1,62
	Si	Prueba unidad 1	7,72	1,20	7,39	1,12
		Prueba unidad 2	6,80	1,84	6,79	2,13
		Prueba final	7,54	1,19	7,49	1,38

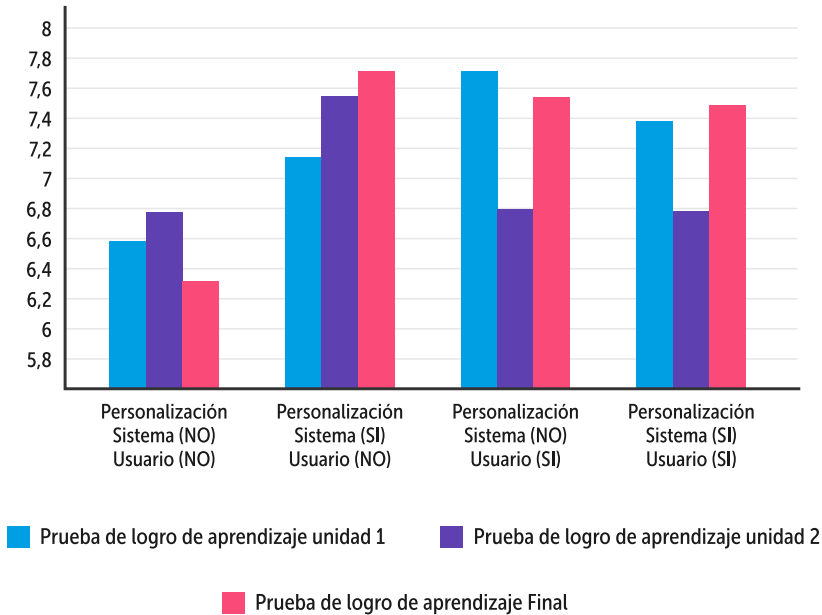
**Fuente:** Elaboración propia. - Continúa Figura 45.

## Análisis de Covarianza

Como primera medida, se procede a evaluar el supuesto de normalidad en la variable dependiente “logro de aprendizaje”, para ello se aplica la prueba KOLMOGOROV-SMIRNOV. Los resultados no presentan una distribución normal. Por lo cual, se procede a efectuar la transformación de datos para ajustarlos a una distribución normal; se verifica el supuesto y se obtiene un valor de  $p = .200$ . Posteriormente, se verifica la homocedasticidad de la variable dependiente “Logro de aprendizaje” a través de la prueba de Levene y se obtiene como resultado  $F(3,132) = 1.550$ ,  $p = .205$ , cumpliéndose la hipótesis de igualdad de varianzas.



**Figura 45.** Logro de aprendizaje en cada prueba de logro de aprendizaje de acuerdo con cada VI y sus valores.\*



**Fuente:** Elaboración propia.

Ahora bien, como parte del análisis paulatino planteado, se efectúa el primer ANCOVA que analiza los efectos de las variables independientes: (a) *personalización controlada por el sistema* y (b) *personalización controlada por el usuario*, sobre la variable dependiente “*logro de aprendizaje*”, donde se emplean como covariables las pruebas previas de logro de aprendizaje inicial, unidad 1 y unidad 2. Como resultado se obtiene un modelo que permite explicar los efectos principales de las variables independientes en relación con el logro final (ver tabla 21). Se evidencia un valor significativo del modelo corregido ( $p < .001$ ;  $R$  cuadrado corregida = .601), en el cual se explica más del 60% de la varianza. Se evidencia que todos los puntajes de las pruebas previas de logro influyen el puntaje obtenido en la prueba de logro final ( $F_{\text{prueba inicial}} = 8,277$ ;  $p_{\text{prueba inicial}} = .005 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 1}} = 5,608$ ;  $p_{\text{prueba unidad 1}} = 0,019 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 2}} = 30,608$ ;  $p_{\text{prueba unidad 2}} < .001$ ).

\*la figura 45 apoya la información de la tabla 20. Valor de la media y desviación están-dar en las diferentes pruebas de logro de aprendizaje por cada VI y sus valores.

Se observa que la personalización controlada por el sistema tiene un influencia significativa sobre el logro de aprendizaje ( $F = 4.370$ ;  $p = .039 < .05$ ), ver figura 46 correspondiente al valor de las medias marginales. Por su parte, la personalización controlada por el usuario no presenta efecto en el logro de aprendizaje ( $F = 3.358$ ;  $p = .069 > .05$ ). En contraste, la interacción de las VI “personalización controlada por el sistema” y “personalización controlada por el usuario” no evidencia una diferencia significativa ( $F = 2.212$ ;  $p = .139 > .05$ ). En suma, la personalización controlada por el sistema conlleva a una mejora significativa del logro de aprendizaje en AEDP.

**Tabla 21.** ANCOVA: Logro de aprendizaje final y personalización controlada por el sistema y por el usuario.

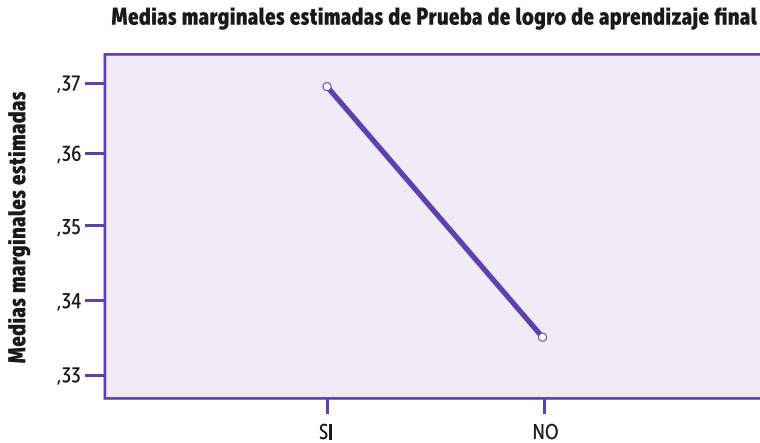
Variable dependiente: Prueba de logro de aprendizaje final

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1,730 <sup>a</sup>	6	,288	34,822	,000	,618
Intersección	,013	1	,013	1,510	,221	,012
Prueba de logro de aprendizaje_inicial	,069	1	,069	8,277	,005	,060
Prueba de logro de aprendizaje _unidad_1	,046	1	,046	5,608	,019	,042
Prueba de logro de aprendizaje _unidad_2	,253	1	,253	30,608	,000	,192
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema	,036	1	,036	4,370	,039	,033
v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario	,028	1	,028	3,358	0,69	,025
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema * v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario	,018	1	,018	2,212	,139	,017
Error	1,068	129	,008			
Total	19,676	136				
Total corregida	2,798	135				

a. R cuadrado = ,618 (R cuadrado corregida = ,601)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 46.** Efecto principal personalización controlada por el sistema en el logro de aprendizaje.



**Variable Independiente 1: Personalización controlada por el sistema**

Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores:  
 Prueba de logro de aprendizaje inicial = 3,8971, Prueba de logro de aprendizaje  
 unidad 1 = ,4049, Prueba de logro de aprendizaje unidad 2 = 6,9816

**Fuente:** Elaboración propia.

## Efecto del estilo cognitivo en el logro de aprendizaje

Pasamos ahora a analizar la incidencia del estilo cognitivo DIC en el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Para este análisis tomamos la variable dependiente logro de aprendizaje y como la variable asociada el estilo cognitivo, sus valores son dependencia de campo e independencia de campo.

## Estadísticos Descriptivos

La tabla 22 presenta la distribución de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo DIC en cada polaridad estilística. Hay 50.7% estudiantes dependientes de campo y 49.3% estudiantes independientes de campo. La tabla 23 muestra las medias de la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con el estilo cognitivo. Se evidencia que la media más alta y la menor desviación estándar está dada para los independientes de campo con los valores de media = 7.88 y DE = 1.25.

**Tabla 22.** Distribución de estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo.

		<b>Polaridad estilística</b>	<b>% (n)</b>
<b>Estilo cognitivo</b>	<b>1</b>	Dependiente de campo	50,7% (69)
	<b>2</b>	Independiente de campo	49,3% (67)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 23.** Medias de la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con el estilo cognitivo.

		<b>Prueba de logro de aprendizaje final</b>	
		<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>
<b>Estilo cognitivo</b>	Dependiente de campo	6,76	1,65
	Independiente de campo	7,88	1,25

**Fuente:** Elaboración propia.

## **Análisis de Covarianza**

Se realizó un análisis de covarianza con el propósito de analizar los efectos del estilo cognitivo en la dimensión DIC sobre la variable dependiente “*logro de aprendizaje*”. Las pruebas previas de logro de aprendizaje se utilizaron como covariables. En la tabla 24 se encuentran los resultados del ANCOVA, donde se evidencia un valor significativo del modelo corregido ( $p < .001$ ;  $R$  cuadrado corregida = .602), con una explicación de más del 60% de la varianza. Todos los puntajes de las pruebas previas de logro de aprendizaje afectan el puntaje obtenido en la prueba de logro de aprendizaje final ( $F_{\text{prueba inicial}} = 7.092$ ;  $p_{\text{prueba inicial}} = .009 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 1}} = 8.801$ ;  $p_{\text{prueba unidad 1}} = .004 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 2}} = 26.691$ ;  $p_{\text{prueba unidad 2}} < .001$ ). Por último, se encontró que el estilo cognitivo influye sobre el logro de aprendizaje ( $F = 4.817$ ;  $p = .030$

< .05). En síntesis, el estilo cognitivo afecta el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Por tanto, el estilo cognitivo influye en el logro de aprendizaje. En este sentido, los valores medios (ver figura 47) evidencian una ganancia de aprendizaje mayor para los estudiantes independientes de campo, en contraste con los estudiantes dependientes de campo.

**Tabla 24.** ANCOVA: Logro de aprendizaje final y estilo cognitivo.

Variable dependiente: Prueba de logro de aprendizaje final

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1,685 <sup>a</sup>	4	,421	49,603	,000	,602
Intersección	,005	1	,005	,619	,433	,005
Prueba de logro de aprendizaje_inicial	,060	1	,060	7,092	,009	,051
Prueba de logro de aprendizaje_inicial_1	,075	1	,075	8,801	,004	,063
Prueba de logro de aprendizaje_inicial_2	,227	1	,227	26,691	,000	,169
Estilo cognitivo	,041	1	,041	4,817	,030	,035
Error	1,113	131	,008			
Total	19,676	136				
Total corregida	2,798	135				

a. R cuadrado = ,602 (R cuadrado corregida = ,590)

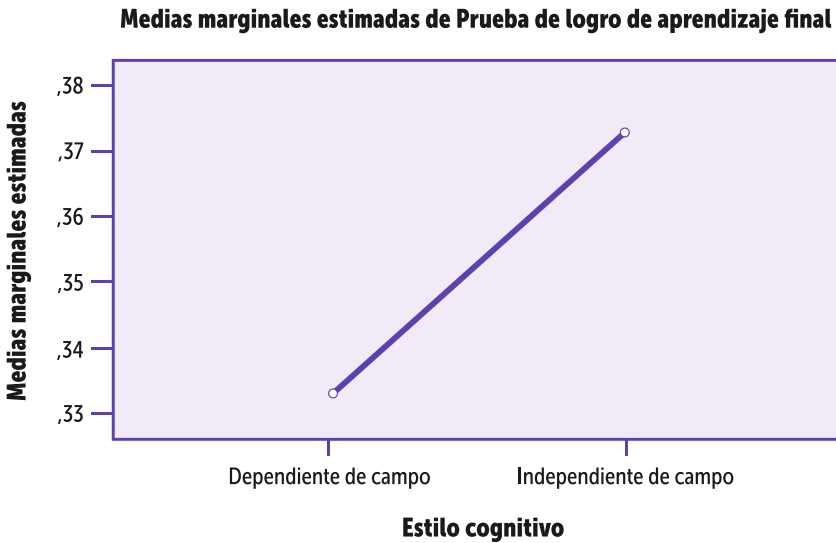
**Fuente:** Elaboración propia. - Continúa Figura 47.

## Efecto del control de la personalización en el AEDP y el estilo cognitivo en el logro de aprendizaje

Ahora bien, en este apartado se examinan de manera conjunta los efectos sobre el logro de aprendizaje de las variables independientes de acuerdo con el tipo de control de personalización y la variable asociada “estilo cognitivo” en la dimensión DIC. Para esto, recordemos que el diseño factorial propuesto inicialmente en la metodología consistía en un diseño factorial 2x2 que buscaba analizar la posible influencia de las variables independientes sobre las dependientes. Ya que en este análisis se incluye la variable asociada estilo cognitivo a partir de las polaridades

dependencia e independencia de campo. Se procede a adicionar un factor con dos valores, lo cual permite configurar un diseño factorial 2x2x2.

**Figura 47.** Valor de media marginal según estilo cognitivo.\*



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores: Prueba de logro de aprendizaje inicial = 3,8971, Prueba de logro de aprendizaje unidad 1 = ,4049, Prueba de logro de aprendizaje unidad 2 = 6,9816

**Fuente:** Elaboración propia.

## Estadísticos Descriptivos

En la tabla 25 se presenta la distribución de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo en relación con la personalización controlada por el sistema y por el usuario. En cada una de las intersecciones se observan distribuciones que oscilan entre el 37.1% y 62.5%. La tabla 26 y la figura 48 muestran el valor de la media y la desviación estándar en la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con cada VI y sus valores, en

---

\*la figura 47 apoya la información de la tabla 24. ANCOVA: Logro de aprendizaje final y estilo cognitivo.

relación con el estilo cognitivo. Se evidencia el valor de media mayor de 8.26 y DE = 1.05 que corresponde a la personalización controlada por el Sistema (SI) y por el Usuario (NO), en la polaridad estilística independencia de campo. En tanto, el valor menor de media 5.90 y DE = 1.52 corresponde a personalización controlada por Sistema (NO) y por el Usuario (NO), en la polaridad estilística dependencia de campo.

**Tabla 25.** Distribución de estudiantes de acuerdo con cada VI y sus valores en relación con el estilo cognitivo.

			Personalización controlada por el sistema		
			No % (n)	Si % (n)	
Personalización controlada por el usuario	No	Estilo cognitivo	Dependiente de campo	62,5% (22)	51,4% (18)
			Independiente de campo	37,1% (13)	48,6% (17)
	Si	Estilo cognitivo	Dependiente de campo	50% (15)	38,9% (14)
			Independiente de campo	50% (15)	61,1% (22)

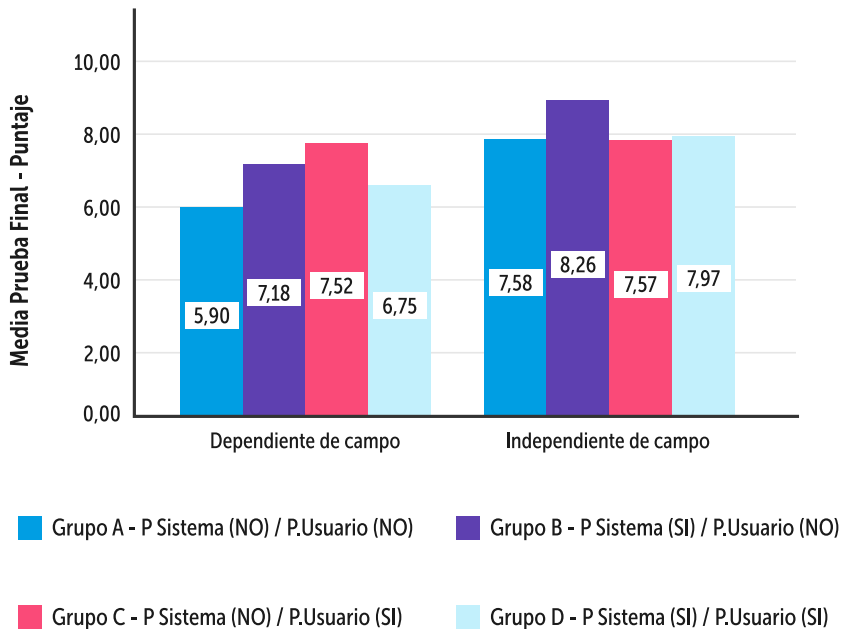
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 26.** Medias de la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con cada VI y sus valores en relación con el estilo cognitivo.

			Personalización controlada por el sistema				
			No		Si		
			Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	
Personalización controlada por el usuario	No	Estilo cognitivo	Dependiente de campo	5,90	1,52	7,18	1,89
			Independiente de campo	7,58	1,62	8,26	1,05
	Si	Estilo cognitivo	Dependiente de campo	7,52	1,26	6,75	1,38
			Independiente de campo	7,57	1,17	7,97	1,19

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 48.** Medias prueba de logro final de acuerdo con cada factor y sus niveles en relación con el estilo cognitivo.



**Fuente:** Elaboración propia.

Ahora bien, en la tabla 27 y la figura 49 se presenta el nivel de aprobación de la prueba de logro final en relación con el estilo cognitivo, en cada combinación de los valores de la VI. Se evidencia que los grupos que contaron con personalización por el sistema, mostraron los mayores porcentajes de aprobación, así: 91.4% del grupo B - P. Sistema (SI) / P. Usuario (NO), y 88.9% del grupo D - P. Sistema (SI) / P. Usuario (SI); seguido del 86.7% grupo C - P. Sistema (NO) / P. Usuario (SI). De otro lado, el grupo control tiene el 51.4% de aprobación; En relación con los estudiantes que no aprobaron se evidencia que en su mayoría son DC con el 42.9% (15 estudiantes), en contraste con los demás grupos el porcentaje de no aprobación de los estudiantes DC no supera el 9%. Por consiguiente, en términos generales es evidente que los estudiantes DC del grupo control muestran una alta no aprobación en la prueba de logro final en relación con los grupos que recibieron tratamiento.

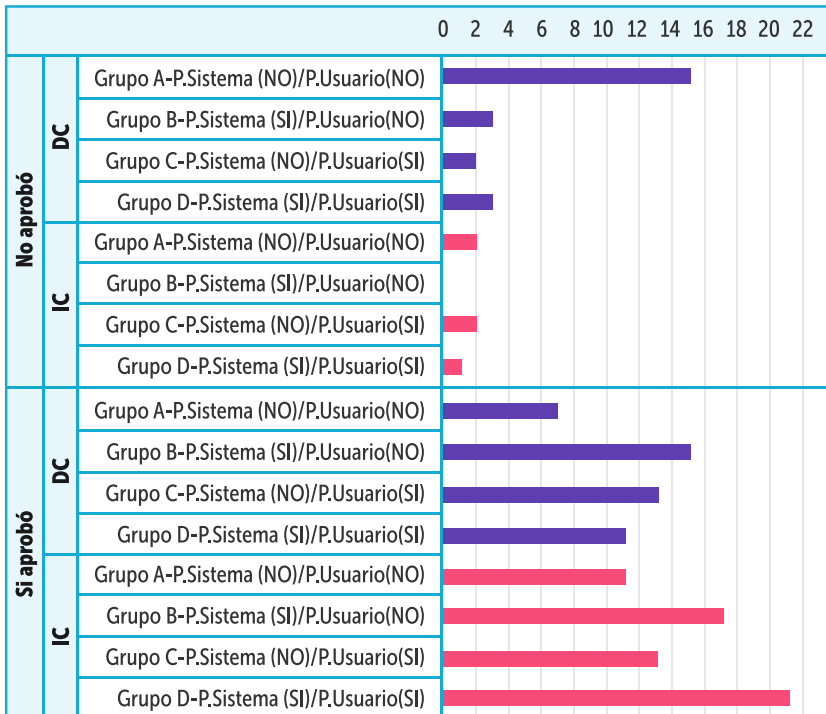


**Tabla 27.** Estilo cognitivo DC – IC y aprobación prueba de logro final.

		Personalización controlada por el sistema											
		No						Si					
		No aprobó			Si aprobó			No aprobó			Si aprobó		
		DC	IC	Total	DC	IC	Total	DC	IC	Total	DC	IC	Total
Personalización controlada por el usuario	No	15 42,9%	2 5,7%	17 48,6%	7 20,0%	11 31,4%	18 51,4%	3 8,6%	0	3 8,6%	15 42,9%	17 48,6%	32 91,4%
	Si	2 6,7%	2 6,7%	4 13,3%	13 43,3%	13 43,3%	26 86,7%	3 8,3%	1 2,8%	4 11,1%	11 30,6%	21 58,3%	32 88,9%

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 49.** Estilo cognitivo DC – IC y aprobación prueba de logro final.



**Fuente:** Elaboración propia.

## Análisis de Covarianza

En este apartado se analizaron simultáneamente las variables independientes: *personalización controlada por el sistema* y *personalización controlada por el usuario* y la variable asociada: *estilo cognitivo*, y su posible influencia en el logro de aprendizaje. Para esto, se realizó un análisis de covarianza, se usaron como covariables las pruebas previas de logro de aprendizaje. En la tabla 28, están los resultados del análisis de covarianza. Se observa un modelo corregido que explica más del 60% de la varianza ( $p < .001$ ; R cuadrado corregida = .633). Existe una influencia entre los puntajes de las pruebas previas de logro de aprendizaje y el puntaje obtenido en la prueba de logro de aprendizaje final ( $F_{\text{prueba inicial}} = 5.394$ ;  $p_{\text{prueba inicial}} = .022 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 1}} = 4.223$ ;  $p_{\text{prueba unidad 1}} = .042 < .05$ ;  $F_{\text{prueba unidad 2}} = 25.780$ ;  $p_{\text{prueba unidad 2}} < .001$ ).

En relación con el efecto de las variables independientes y la asociada no se encontró influencia de estas sobre el logro de aprendizaje, tomando en cuenta que la significación está por debajo del 5%, lo que conlleva al rechazo de la hipótesis de igualdad de promedios entre los grupos. Sin embargo, en el factor *personalización controlada por el sistema* se observan valores muy próximos a los convencionalmente aceptados de significancia ( $F = 3.552$ ;  $p = .062 > .05$ ), ver figura 50. De forma similar acontece con la influencia del *estilo cognitivo* ( $F = 3.659$ ;  $p = .058 > .05$ ), ver figura 51.

**Tabla 28.** ANCOVA: Efecto en el logro de aprendizaje de la personalización controlada por el sistema y por el usuario, y estilo cognitivo.

Variante dependiente: Prueba de logro de aprendizaje final

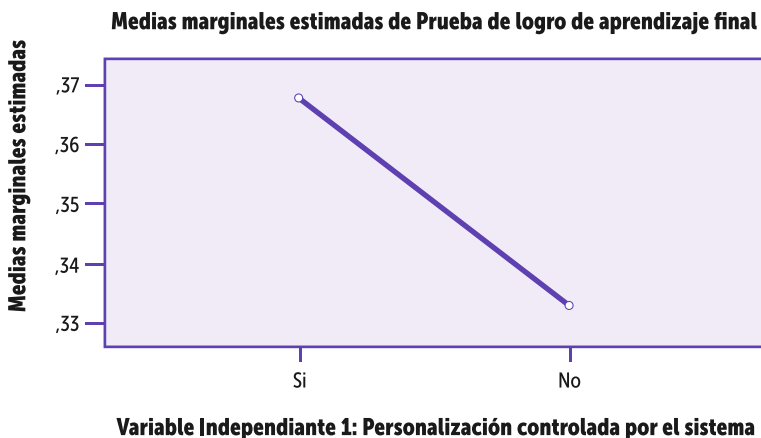
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1,771 <sup>a</sup>	10	,177	21,551	,000	,633
Intersección	,001	1	,001	,142	,707	,001
Prueba de logro de aprendizaje_inicial	,044	1	,044	5,394	,022	,041
Prueba de logro de aprendizaje_inicial_1	,035	1	,035	4,223	,042	,033
Prueba de logro de aprendizaje_inicial_2	,212	1	,212	25,780	,000	,171
v_i_1_personalización_controlada_sistema	,029	1	,029	3,552	,062	,028

v_i_2_personalización_controlada_usuario	,017	1	,017	2,119	,148	,017
Estilo cognitivo	,030	1	,030	3,659	,058	,028
v_i_1_personalización_controlada_sistema* v_i_2_personalización_controlada_usuario	,020	1	,020	2,431	,122	,019
v_i_1_personalización_controlada_sistema* estilo cognitivo	,002	1	,002	,297	,587	,002
v_i_2_personalización_controlada_usuario* estilo cognitivo	,006	1	,006	,720	,398	,006
v_i_1_personalización_controlada_sistema* v_i_2_personalización_controlada_usuario* estilo cognitivo	,003	1	,003	,329	,567	,003
Error	1,027	125	,008			
Total	19,676	136				
Total corregida	2,798	135				

a. R cuadrado = ,633 (R cuadrado corregida = ,604)

Fuente: Elaboración propia.

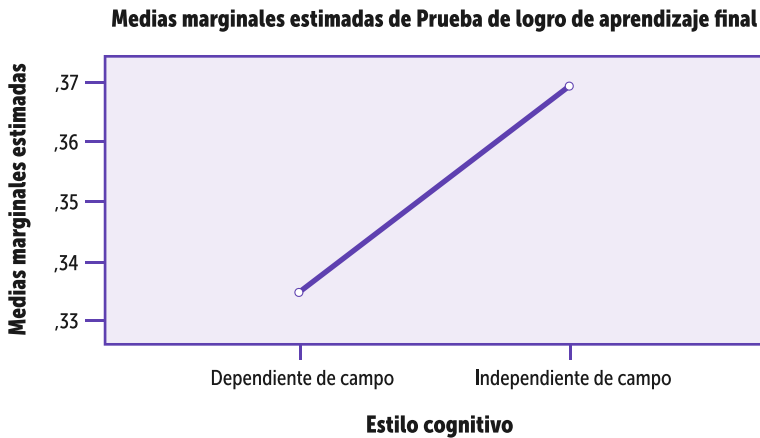
Figura 50. Medias marginales: personalización controlada por el sistema y logro de aprendizaje.



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores: Prueba de logro de aprendizaje inicial = 3,8971, Prueba de logro de aprendizaje unidad 1 = ,4049, Prueba de logro de aprendizaje unidad 2 = 6,9816

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 51.** Medias marginales: estilo cognitivo y logro de aprendizaje.



Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores:  
Prueba de logro de aprendizaje inicial = 3,8971, Prueba de logro de aprendizaje  
unidad 1 = ,4049, Prueba de logro de aprendizaje unidad 2 = 6,9816

**Fuente:** Elaboración propia.

A modo de síntesis, de acuerdo a los tratamientos estadísticos realizados paulatinamente en relación con el logro de aprendizaje, podemos indicar que:

- (a) Los cuatro grupos tienen una ganancia significativa en el logro de aprendizaje al comparar sus resultados finales con los iniciales.
- (b) En el ANCOVA que analizó la influencia del control de la personalización a cargo del sistema y del usuario en el logro de aprendizaje, se evidenció un efecto significativo del control de la personalización a cargo del sistema.
- (c) En el ANCOVA que determinó la influencia del estilo cognitivo en el logro de aprendizaje, se presentó un efecto significativo del estilo cognitivo sobre el logro de aprendizaje. Al respecto, se muestra un mayor logro de aprendizaje en los estudiantes independientes de campo. Adicionalmente, se encontró que en el grupo escolar donde no se efectuó ninguna personalización mostró una mayor cantidad de estudiantes DC que no aprobaron el tema de estudio, en contraste con los demás grupos donde la mayoría de estudiantes DC sí aprobaron.

(d) En el último ANCOVA realizado en el cual se analizaron simultáneamente los efectos del control de la personalización (sistema y del estudiante) y el estilo cognitivo (DIC) sobre el logro de aprendizaje, no se encontró influencia de las variables dependientes y la variable asociada sobre el logro de aprendizaje al analizarse conjuntamente. Aunque se evidencia la neutralización del estilo cognitivo, lo cual implica que se disminuyen las diferencias en el logro de aprendizaje entre estudiantes dependientes de campo e independientes de campo.

## **Percepción sobre el AEDP “Aprendamos a programar estructuras de selección”**

En este apartado se realiza el análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario de percepción sobre el AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de Selección”. El instrumento fue aplicado al final de la intervención educativa. El cuestionario constó de 26 ítems. Cada ítem se respondía de acuerdo con una escala tipo Likert de frecuencia. Para el procesamiento de datos se transformaron los indicadores de la escala a número, así: (a) nunca = 1, (b) casi sin nunca = 2, (c) casi siempre = 3, y (d) siempre = 4. Con el objetivo de analizar la posible influencia de las variables independientes y asociada en la percepción sobre el AEDP, se efectúan diferentes análisis de varianza (ANOVA) con el fin de examinar paulatinamente los resultados y evidenciar de manera clara y precisa las posibles influencias de las variables independientes y asociada en la percepción sobre el AEDP. Por lo tanto, estos ANOVA analizan la percepción sobre el AEDP a partir de los siguientes factores: (a) las variables independientes, (b) la variable asociada, y (c) las variables independientes y la variable asociada. Cada ANOVA que se presentará estará precedida de estadísticos descriptivos con el propósito de contextualizar los resultados de los análisis de varianza.

## **Efecto del control de la personalización en la percepción sobre el AEDP**

En este apartado se examinará la posible influencia del control de la personalización (sistema y usuario) en la percepción sobre el AEDP. Con este fin, inicialmente se efectúa un análisis de los estadísticos descriptivos y luego se aplica un análisis de varianza.

## Estadísticos Descriptivos

En este apartado, se presentan los estadísticos descriptivos en relación con la percepción sobre el AEDP. Inicialmente, con el fin de analizar el puntaje obtenido en la aplicación del cuestionario de percepción sobre el AEDP, se procede a analizar su relación con cada variable independiente. En la tabla 29 se observa que en *ambas VI y en cada valor hay un alto puntaje en relación con la percepción sobre el AEDP*. De forma específica, el mayor valor de media se presenta en la VI “personalización por el usuario”, con el valor de “NO”, equivalente a 3.78; por su parte, el menor promedio se encuentra en la misma VI pero en el valor de “SI” correspondiente a 3,70.

Desde otra perspectiva, la tabla 31 presenta el valor de la media, el valor porcentual y la desviación estándar del puntaje obtenido en el cuestionario en relación con las variables independientes y la interacción de sus niveles. Se evidencia que *todos los grupos presentan un alto puntaje en relación con la percepción del AEDP*. En concreto, la escala de calificación tiene como puntaje mayor 4 y en todos los casos se obtiene una media igual y superior a 3.69 y con un valor porcentual igual y superior a 92.25%. En particular, el mayor puntaje del valor de media es 3.78(0.15) y el valor porcentual de 94.50% fue obtenido por el grupo B – P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO), seguido del grupo A – P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO) con un valor de media de 3.77(0.18) y un valor porcentual de 94,25%. Los demás grupos obtienen puntajes menores (ver figura 52). En conclusión, los puntajes altos se obtuvieron en la *variable independiente personalización controlada por el usuario en el valor de NO*. Lo cual quiere decir, que el grupo control y el grupo con personalización controlada por el sistema presentan los puntajes más altos.

**Tabla 29.** Valor de la media y desviación estándar por cada VI y por cada valor - cuestionario de percepción sobre el AEDP.

		Cuestionario percepción, aceptación y uso del AEDP	
		Media	Desviación típica
<b>Personalización controlada por el sistema</b>	<b>Si</b>	3,75	,17
	<b>No</b>	3,73	,20
<b>Personalización controlada por el usuario</b>	<b>Si</b>	3,70	,20
	<b>No</b>	3,78	,16

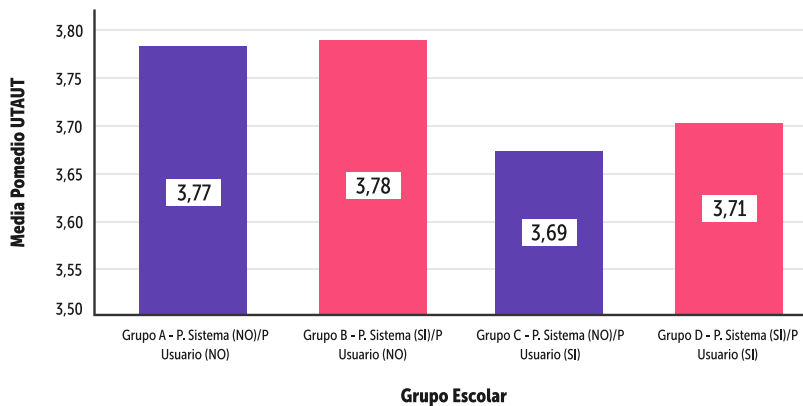
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30.** Media, valor porcentual y desviación - cuestionario de percepción sobre el AEDP.

		Personalización controlada por el sistema			
		No		Si	
		Media y %	DE	Media y %	DE
Personalización controlada por el usuario	No	3,77 (94,25%)	,18	3,78 (94,50%)	,15
		Grupo A: P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO)		Grupo B: P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO)	
	Si	3,69 (92,25%)	,22	3,71 (92,75%)	,18
		Grupo C: P. Sistema (NO) y P. Usuario (SI)		Grupo D: P. Sistema (SI) y P. Usuario (SI)	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 52.** Media, valor porcentual y desviación estándar del cuestionario de percepción sobre el AEDP.



**Fuente:** Elaboración propia

## Análisis de varianza

En primer lugar, se evalúa el supuesto de normalidad de la variable dependiente “percepción sobre el AEDP”, mediante la prueba KOLMOGOROV-SMIRNOV. Los resultados no presentan una

distribución normal. Por tanto, se efectúa la transformación de datos con el fin de ajustarlos a una distribución normal, se verifica el supuesto y se obtiene un valor de  $p = .200$ . Luego, se verifica la homocedasticidad a través de la prueba de Levene y se obtiene como resultado  $F(3,132) = 1.084$   $p = ,358$  cumpliéndose la hipótesis de igualdad de varianzas.

Teniendo en cuenta el análisis gradual que hemos estado realizando. En este apartado se presenta el primer ANOVA que analiza la posible influencia de las variables independientes: (a) *personalización controlada por el sistema*, y (b) *personalización controlada por el usuario*, sobre la variable dependiente “*percepción sobre el AEDP*”. En la tabla 31 se presentan los resultados del ANOVA. Se obtiene un modelo corregido ( $p > .05$ ; R cuadrado corregida =  $.020$ ) donde se evidencia igualdad de los promedios de los grupos establecidos en este análisis; además de una explicación muy baja de la variabilidad de la percepción sobre el AEDP a partir del modelo planteado. Sin embargo, se muestra un valor significativo de la variable independiente personalización controlada por el usuario ( $F = 1.906$ ;  $p = .020 < .05$ ) y un tamaño del efecto del 4%. En la figura 53 se indica el valor de las medias marginales de la variable independiente personalización controlada por el usuario, donde se evidencia una mayor ganancia de aquellos estudiantes que no efectúan personalización en contraste a los que si realizan personalización a cargo del usuario.

**Tabla 31.** ANOVA: Percepción sobre el AEDP y personalización controlada por el sistema y por el usuario.

Variable dependiente: Percepción sobre el AEDP

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	,058 <sup>a</sup>	3	,019	1,906	,132	,042
Intersección	2,280	1	2,280	226,612	,000	,632
v_i_1_personalización_controlada por_el_sistema	,003	1	,003	,303	,583	,002
v_i_2_personalización_controlada por_el_usuario	,055	1	,055	5,511	,020	,040
v_i_1_personalización_controlada por_el_sistema*	1,987E-006	1	1,987E-006	,000	,989	,000
v_i_2_personalización_controlada por_el_usuario						



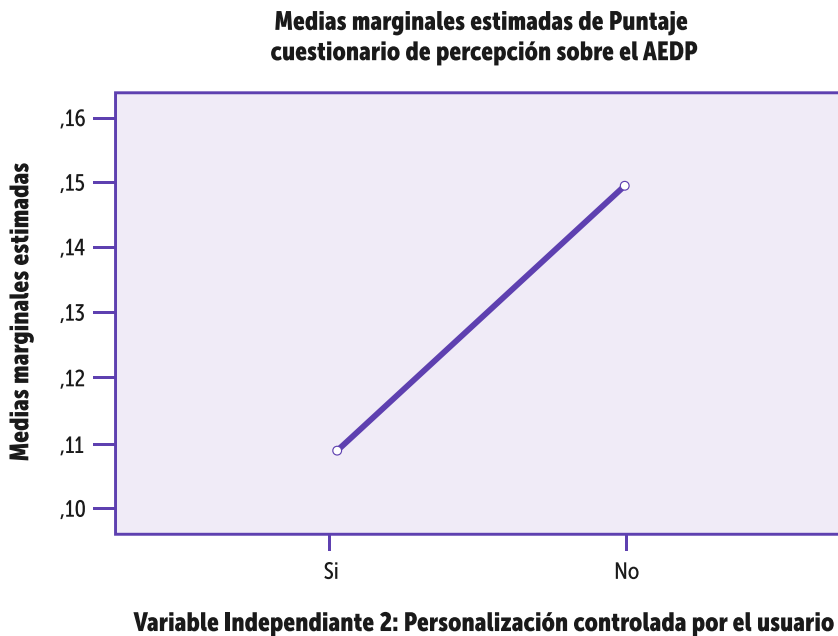
Variable dependiente: Percepción sobre el AEDP

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Error	1,328	132	,010			
Total	3,707	136				
Total corregida	1,386	135				

a. R cuadrado = ,042 (R cuadrado corregida = ,020)

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 53.** Efecto principal Personalización controlada por el usuario en percepción sobre el AEDP.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Efecto del estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP

A continuación, se analiza la posible influencia del estilo cognitivo DIC en la percepción sobre el AEDP.

## Estadísticos Descriptivos

En la tabla 32 se presenta el valor de la media, el valor porcentual y la desviación estándar del puntaje del cuestionario sobre percepción del AEDP en relación con el estilo cognitivo dependencia e independencia de campo. En ambos casos se evidencian valores similares DC con un valor de media de 3.73 e IC con un valor de media de 3.75.

**Tabla 32.** Estilo cognitivo DIC- valor de media, valor porcentual y desviación estándar - cuestionario de percepción sobre el AEDP.

Estilo cognitivo	Media y %	Desviación típica
Dependiente de campo	3,73 (93,25%)	,19
Independiente de campo	3,75 (93,75%)	,18

**Fuente:** Elaboración propia.

## Análisis de Varianza de un factor

Con el propósito de evaluar la influencia del estilo cognitivo en la dimensión DIC sobre la variable dependiente “percepción sobre el AEDP” se realiza un análisis de varianza de un factor. En la tabla 33 se encuentran los resultados donde no se evidencian diferencias significativas  $p = .623 > .05$ . Por tanto, el estilo cognitivo no influye en la percepción de los estudiantes sobre el AEDP.

**Tabla 33.** Análisis de varianza de un factor: Percepción sobre el AEDP y estilo cognitivo.

Variable dependiente: Puntaje cuestionario de percepción sobre el AEDP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,003	1	,003	,243	,623
Intra-grupos	1,383	134	,010		
Total	1,386	135			

**Fuente:** Elaboración propia.

## Efecto del control de la personalización en el AEDP y el estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP

En esta sección se evalúan de manera conjunta los posibles efectos en la percepción sobre el AEDP de las variables independientes y el estilo cognitivo en la dimensión DIC.

### Estadísticos Descriptivos

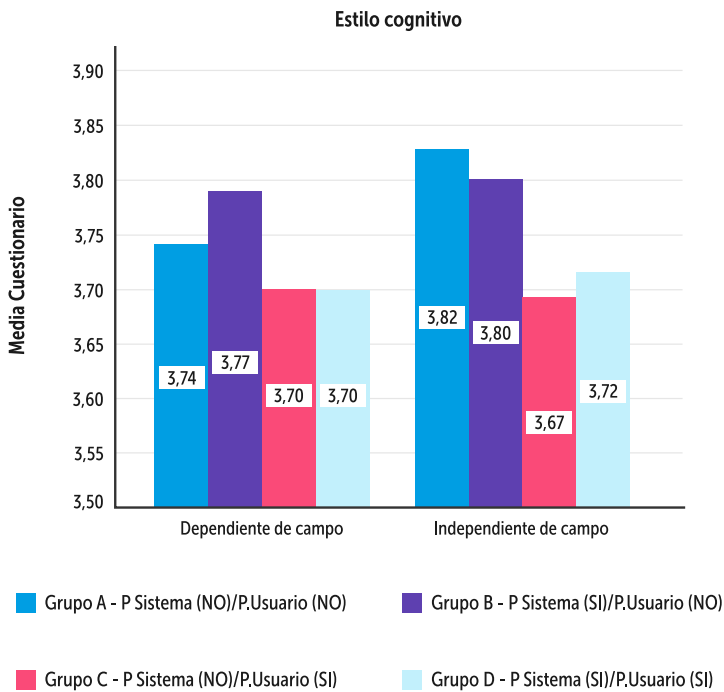
La tabla 34 muestra el valor de media y la desviación estándar del cuestionario en cada valor de cada VI en relación con el estilo cognitivo. Y en la figura 54 se presenta el valor de media del cuestionario en relación con cada grupo escolar. Donde se evidencia que: (a) los estudiantes DC presentan el puntaje más alto en el grupo B – P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO) con un valor de 3,77 y el menor valor corresponde a 3,70 en los grupos con personalización del usuario grupo C – P. Sistema (NO) y P. Usuario (SI) y grupo D – P. Sistema (SI) y P. Usuario (SI); (b) los estudiantes IC presentan el mayor puntaje correspondiente a 3,82 en el grupo A – P. Sistema (NO) y P. Usuario (No), seguido del grupo B – P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO) con un valor equivalente a 3,80. Los resultados indican que tanto estudiantes DC como IC cuando efectúan la personalización a cargo del sistema tienen puntajes más altos que aquellos que efectúan la personalización por el usuario.

**Tabla 34.** Estilo cognitivo – valor de media y DE del cuestionario en cada valor de cada VI.

		Personalización controlada por el sistema				
		No		Si		
		Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	
Personalización controlada por el usuario	No	DC	3,74	,19	3,77	,13
		IC	3,82	,14	3,80	,17
	Si	DC	3,70	,23	3,70	,22
		IC	3,67	,22	3,72	,15

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 54.** Estilo cognitivo y valor de media del cuestionario.



**Fuente:** Elaboración propia.

En síntesis, en ambas polaridades estilísticas el puntaje más bajo es asignado en la condición personalización del usuario, y el puntaje más alto es dado a la condición de ausencia de personalización por el usuario.

### **Análisis de Varianza**

Se analizaron simultáneamente las variables independientes: *personalización controlada por el sistema* y *personalización controlada por el usuario* y la variable asociada: *estilo cognitivo*, y su posible influencia en la percepción sobre el AEDP. Para esto, se realizó un ANOVA, En la tabla 35 se presentan los resultados del análisis de varianza. No se observa una explicación de la varianza del modelo propuesto ( $p > 0,05$ ;  $R$  cuadrado corregida = .009). En cuanto a los factores analizados, se evidencia una influencia de la personalización controlada por el usuario sobre la percepción ( $F = 6.228$ ;  $p = 014 < 0,05$ ). De forma específica, se muestra en la figura 55 y tabla 29 se observa que hay una

mayor percepción positiva cuando hay ausencia de la personalización por parte del estudiante. El mayor fue obtenido en la personalización controlada por el usuario en el valor de NO, con una valor de media = 3.78 y el menor valor de media corresponde a la personalización controlada por el usuario en el valor de SI. Estos resultados, mantienen la influencia de la personalización del usuario en la percepción sobre el AEDP. En tanto, la personalización por el sistema y el estilo cognitivo no evidencian influencia significativa sobre la percepción del AEDP.

**Tabla 35.** ANOVA: Efecto de la personalización controlada por el sistema y por el usuario, y estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP.

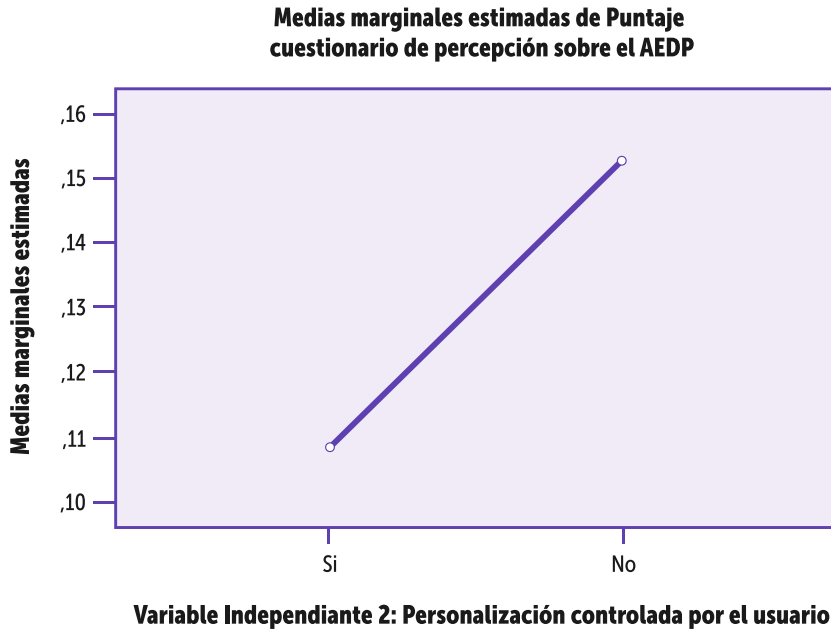
Variable dependiente: Puntaje cuestionario de percepción sobre el AEDP

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	,083 <sup>a</sup>	7	,012	1,167	,326	,060
Intersección	2,266	1	2,266	222,599	,000	,635
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema	,001	1	,001	,130	,719	,001
v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario	,063	1	,063	6,228	,014	,046
Estilo cognitivo	,005	1	,005	,501	,480	,004
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema * v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario	,000	1	,000	,027	,870	,000
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema * Estilo cognitivo	1,409E- ,006	1	1,409E- ,006	,000	,991	,000
v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario * Estilo cognitivo	,015	1	,015	1,456	,230	,011
v_i_1_personalizacion_controlada_por_el_sistema * v_i_2_personalizacion_controlada_por_el_usuario * Estilo cognitivo	,006	1	,006	,580	,448	,005
Error	1,303	128	,010			
Total	3,707	136				
Total corregida	1,386	135				

a. R cuadrado = ,060 (R cuadrado corregida = ,009)

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 55.** Efecto principal Personalización controlada por el usuario en percepción sobre el AEDP.



**Fuente:** Elaboración propia.

En resumen, en relación con la percepción sobre el AEDP se determina que:

- (a) Todos los grupos tienen una percepción sobre el AEDP favorable, con un porcentaje mayor a 92%.
- (b) Los grupos con mayor puntaje total del cuestionario fueron el grupo B – P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO) y el grupo A – P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO).
- (c) Hay una influencia en la percepción sobre el AEDP, dada por la variable independiente personalización controlada por el usuario en el valor de ausencia.

## **Análisis de la personalización controlada por el usuario y la coincidencia estilística**

En principio, recordemos que el AED se personaliza a partir de cuatro componentes:

- (a) Procesamiento de la información.
- (b) Navegación.
- (c) Retroalimentación.
- (d) Tipo de trabajo.

Cada **componente** puede personalizarse en la **modalidad** dependiente de campo o independiente de campo. En el caso del grupo A – P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO), no se efectuó ningún tipo de personalización. En cuanto al grupo B – P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO), el sistema se encargó de realizar la personalización de cada componente y modalidad de acuerdo con el estilo cognitivo DIC del estudiante; por tanto, el estilo cognitivo del estudiante siempre fue coincidente con la modalidad del componente de personalización. En tanto, en los grupos:

- (a) Grupo C – P. Sistema (NO) y P. Usuario (SI).
- (b) Grupo D – P. Sistema (SI) y P. Usuario (SI).

Es posible encontrar niveles de total o parcial concordancia o discordancia estilística, en relación con el estilo cognitivo del estudiante y la selección de la personalización de cada componente y modalidad. Por tanto, el objetivo de los siguientes análisis consiste en determinar, si existe algún tipo de relación entre la coincidencia y/o la discordancia estilística y el logro de aprendizaje en los grupos que tuvieron la oportunidad de controlar la personalización por parte del usuario. Es importante tener en cuenta que la cantidad de estudiantes en los subgrupos conformados es pequeña y diferente, por tanto se realizan análisis descriptivos de frecuencias, valores de media y desviaciones estándar.

## **Caso 1: Grupo C – Control de la personalización sistema (NO) y usuario (SI)**

Este grupo de 30 estudiantes, integrado por 15 dependientes de campo y 15 independientes de campo, personalizó todos los componentes por el usuario: (a) procesamiento de la información, (b) navegación, (c) retroalimentación, y (d) tipo de trabajo. La tabla 36 muestra la distribución de estudiantes de acuerdo con la coincidencia o discordancia estilística en cada una de las elecciones de personalización realizadas en cada componente y modalidad. En relación con el total de coincidencias y discordancias, se observa que la mayor coincidencia estilística seleccionada por los estudiantes, corresponde a *la personalización del procesamiento de la información y la personalización del tipo de trabajo*, cada componente presentó un 56% de coincidencias equivalente a 17 estudiantes.

La mayor discordancia estilística se presentó en *la personalización de la navegación* con 63,3% equivalente a 19 estudiantes. Con respecto a la coincidencia o la discordancia estilística en función del estilo cognitivo de los estudiantes, se encontró que: (a) los estudiantes dependientes de campo tienen su mayor coincidencia estilística en el componente de *personalización tipo de trabajo* con 43,3% correspondiente a 13 estudiantes, y su mayor discordancia se observa en el mismo componente equivalente al 6,7% con dos estudiantes; y (b) los estudiantes independientes de campo tienen la mayor coincidencia estilística en el componente de *personalización del procesamiento de la información* con 30% correspondiente a nueve estudiantes, y su mayor discordancia está en el componente de *personalización de la navegación* con 40% equivalente a 12 estudiantes.

Es interesante observar, que la mayor coincidencia estilística de los DC e IC se relaciona con la característica más representativa de cada polaridad; en este sentido los DC tienen mayor coincidencia en la selección de trabajo grupal, en tanto los IC con la preferencia de procesamiento de información de forma analítica. Por último, en la figura 56 se evidencia que en la mayoría de los casos por cada componente hay una mayor coincidencia de los estudiantes DC, en contraste con los IC quienes presentan mayor discordancia estilística.

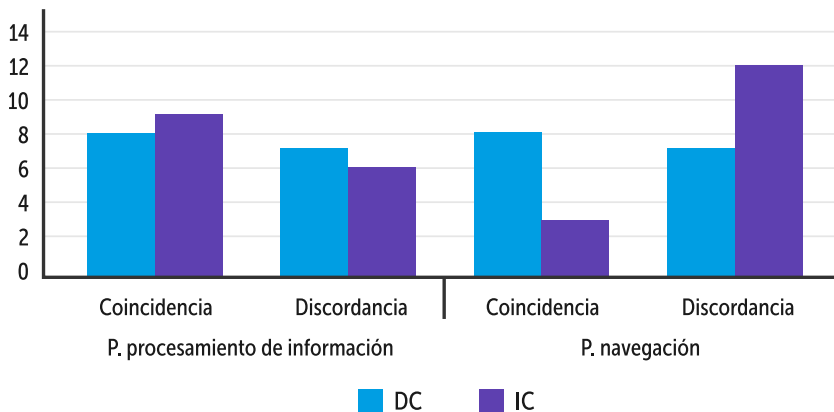


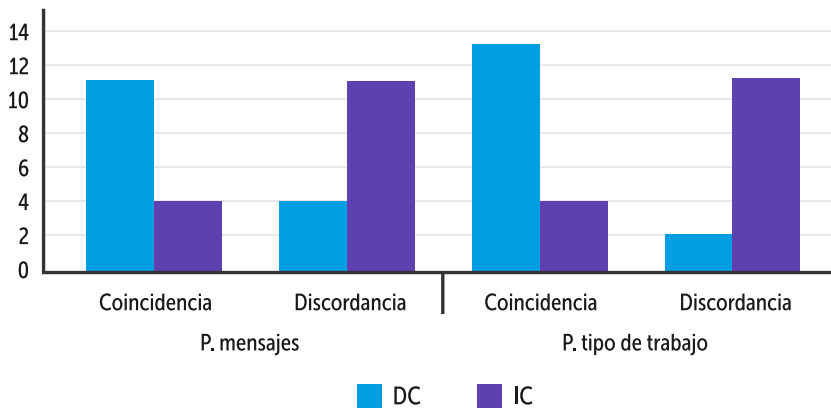
**Tabla 36.** Distribución de estudiantes de acuerdo con la coincidencia y discordancia estilística en cada componente de personalización y estilo cognitivo.

Coincidencia		Estilo cognitivo				Total % (n)
		Dependiente de campo		Independiente de campo		
		n	%	n	%	
Personalización del procesamiento de la información	Si	8	26,7%	9	30,0%	56,7% (17)
	No	7	23,3%	6	20,0%	43,3% (13)
Personalización de la navegación	Si	8	26,7%	3	10,0%	36,7% (11)
	No	7	23,3%	12	40,0%	63,3% (19)
Personalización de la retroalimentación	Si	11	36,7%	4	13,3%	50% (15)
	No	4	13,3%	11	36,7%	50% (15)
Personalización de tipo de trabajo	Si	13	43,3%	4	13,3%	56,6% (17)
	No	2	6,7%	11	36,7%	43,4% (13)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 56.** Distribución de estudiantes en relación con la coincidencia y discordancia estilística por componente.





**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación se analiza la cantidad de coincidencias estilísticas en los componentes de personalización, cada estudiante puede tener entre cero y cuatro coincidencias. En principio, en la tabla 37 se presenta la distribución de los estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo DC e IC, en relación con la cantidad de coincidencias, la media y la desviación estándar del logro de aprendizaje. Se encontró que el mayor número de estudiantes realizó dos coincidencias en la elección de los componentes a personalizar, correspondiente a 10 estudiantes, cinco DC y cinco IC (ver figura 57). Las demás opciones en relación con la cantidad de coincidencias, presentó cinco estudiantes en cada una, entre DC e IC. Adicionalmente, se evidenció que la mayoría de estudiantes DC presentan mayor cantidad de coincidencias estilísticas en contraste con los estudiantes IC.

De otro lado, en la tabla 37 y la figura 58, se observa que efectuar dos, tres y/o cuatro coincidencias estilísticas favorece más el logro de aprendizaje, que realizar una o ninguna coincidencia estilística. Además, se evidenció que los estudiantes IC obtienen mayor ganancia de logro de aprendizaje que los DC, al contrastar cada valor de media en cada opción de coincidencia estilística. Por otro lado, al contrastar los resultados obtenidos con los valores medios de la prueba de logro de aprendizaje del grupo control (DC valor de media = 6,52 e IC valor de media = 7,58) en relación con el estilo cognitivo se encontró que los estudiantes IC que realizan dos o más coincidencias estilísticas promueven mejores resultados de logro de aprendizaje que el grupo control; contrario a lo que sucede cuando los IC efectúan una o ninguna

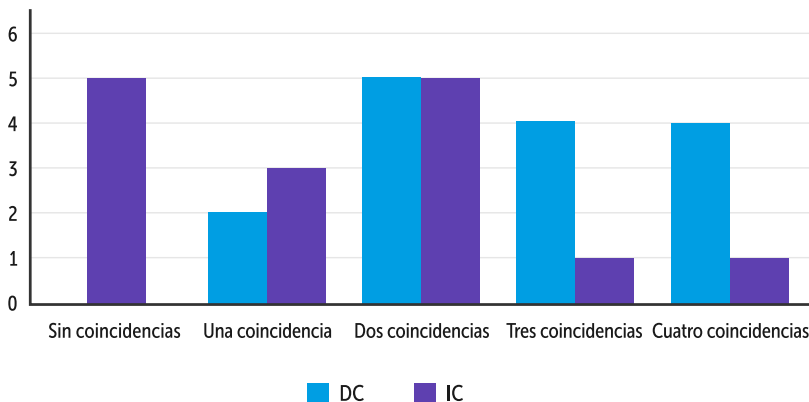
coincidencia estilística. Además, se evidenció que los estudiantes DC que realizan una o más coincidencias estilísticas promueven mejores resultados de logro de aprendizaje que en el grupo control, lo cual podría indicar que el desajuste estilístico, también podría favorecer el logro de aprendizaje.

**Tabla 37.** Distribución de estudiantes: valores medios y desviación estándar de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.

Cantidad de Coincidencias	Estilo cognitivo								Total n	Total %	Total Media DC e IC
	Dependiente de campo				Independiente de campo						
	Coincidencias n %		Prueba logro de aprendizaje		Coincidencias n %		Prueba logro de aprendizaje				
	n	%	Media	DE	n	%	Media	DE			
Sin coincidencias	0	0,0%	.	.	5	16,7%	7,05	,99	5	16,7%	7,05
Una coincidencia	2	6,7%	6,75	1,77	3	10,0%	7,00	1,80	5	16,7%	6,90
Dos coincidencias	5	16,7%	7,50	,92	5	16,7%	8,00	,88	10	33,3%	7,75
Tres coincidencias	4	13,3%	7,00	1,43	1	3,3%	8,75	.	5	16,7%	7,35
Cuatro coincidencias	4	13,3%	8,44	1,14	1	3,3%	8,50	.	5	16,7%	8,45

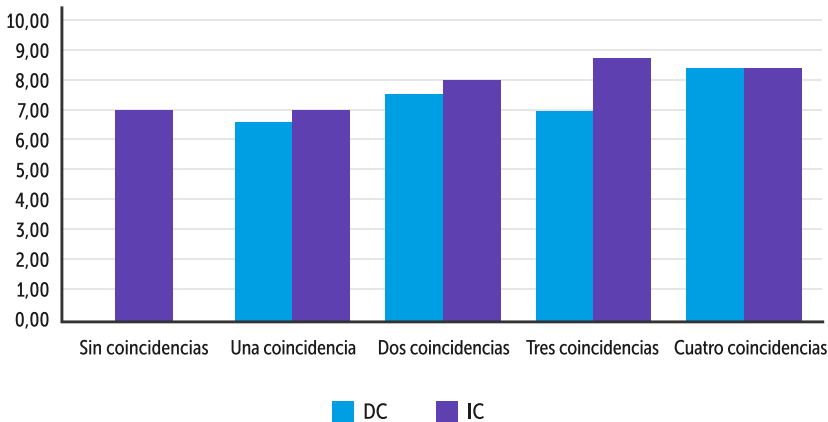
**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 57.** Distribución de estudiantes de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 58.** Valor de la media de logro de aprendizaje de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.



**Fuente:** Elaboración propia.

## Caso 2: Grupo D – Control de la personalización sistema (SI) y usuario (SI)

El grupo está conformado por 36 estudiantes, entre ellos hay 14 dependientes de campo y 22 independientes de campo. Los estudiantes tenían la posibilidad de personalizar sólo dos componentes por el usuario: (a) procesamiento de la información, y (b) navegación. Los otros dos componentes de retroalimentación y tipo de trabajo, fueron personalizados de forma automática por el sistema de acuerdo con el estilo cognitivo del estudiante. En la tabla 38 se presenta la distribución de los estudiantes en cada componente de personalización y modalidad, en relación con la coincidencia o la discordancia estilística. Se observó que la mayor coincidencia estilística seleccionada por los estudiantes corresponde a *la personalización del procesamiento de la información* con 69,4% equivalente a 25 estudiantes. Y por tanto, la mayor discordancia estilística se presentó en *la personalización de la navegación* con 44,4% correspondiente a 16 estudiantes.

De la misma forma, en la tabla 38 y figura 59 se observa que la coincidencia o la discordancia estilística en función del estilo cognitivo

de los estudiantes, se encuentra en los mismos componentes, por tanto: (a) los estudiantes dependientes de campo tienen su mayor coincidencia estilística en el componente de *personalización de procesamiento de la información* con 33,3% correspondiente a 12 estudiantes, y su mayor discordancia se observa en el componente de *personalización de la navegación* equivalente al 8,3% con tres estudiantes; y (b) los estudiantes independientes de campo tienen la mayor coincidencia estilística en el componente de personalización del *procesamiento de la información* con 36,1% correspondiente a 13 estudiantes, y su mayor discordancia está en el componente de *personalización de la navegación* con 36,1% equivalente a 13 estudiantes. En síntesis, se observó que los estudiantes DC e IC presentaron coincidencias similares en cada componente. Esto es diferente a lo que sucede en la discordancia de cada componente, pues se evidencia que los IC tienen mayores discordancias que los DC.

**Tabla 38.** Distribución de estudiantes de acuerdo con la coincidencia o discordancia estilística en cada componente de personalización y estilo cognitivo.

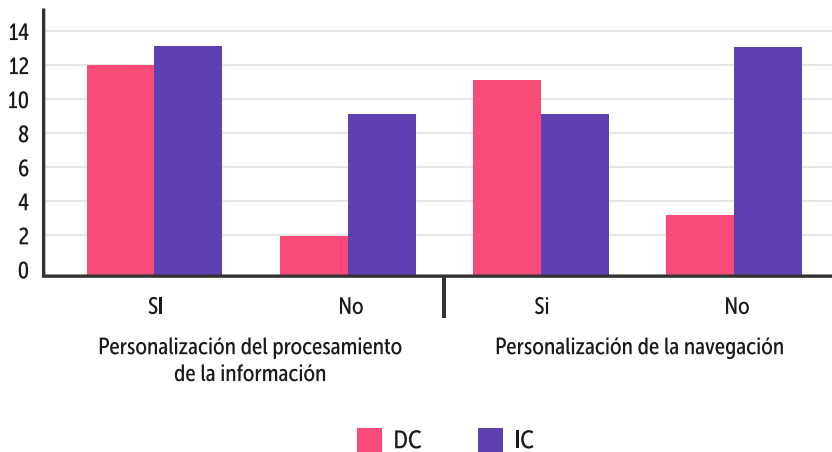
Coincidencia		Estilo cognitivo				Total % (n)
		Dependiente de campo		Independiente de campo		
		n	%	n	%	
Personalización del procesamiento de la información	Si	12	33,3%	13	36,1%	69,40% (25)
	No	2	5,6%	9	25,0%	30,60% (11)
Personalización de la navegación	Si	11	30,6%	9	25,0%	55,60% (20)
	No	3	8,3%	13	36,1%	44,40% (16)

**Fuente:** Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a efectuar el análisis sobre la cantidad de coincidencias estilísticas en los componentes de personalización. Al respecto cada estudiante puede tener entre cero y dos coincidencias. En la tabla 39 y figura 60, se observa que el mayor porcentaje de estudiantes (50%) presentó dos coincidencias estilísticas. Las opciones restantes (cero y una) se distribuyeron de igual forma, con una coincidencia 25% y sin coincidencia 25%. Además, la mayoría de estudiantes DC presentaron una mayor frecuencia en la opción de dos coincidencias, en contraste con una o sin coincidencias estilísticas. En tanto, los

estudiantes IC mostraron una distribución similar en la elección de la cantidad de coincidencias.

**Figura 59.** Distribución de estudiantes en relación con la coincidencia y discordancia estilística por componente.



**Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, en relación con el logro de aprendizaje y la cantidad de coincidencias o discordancias estilísticas (ver tabla 39 y figura 61), se encontró que efectuar una coincidencia o dos coincidencias favorece el logro de aprendizaje a diferencia de no efectuar ninguna coincidencia. Por tanto, como este grupo de estudiantes tiene personalizados dos componentes por defecto coincidentes a su estilo cognitivo, se podría inferir que tener en principio tres componentes coincidentes y luego cuatro coincidentes se relaciona con un mayor logro de aprendizaje. Además, se observa que los estudiantes IC obtienen mayor ganancia de logro de aprendizaje que los DC, al contrastar cada valor de media en cada opción de coincidencia estilística.

Por último, cuando se comparó los resultados obtenidos con los valores medios de la prueba de logro final del grupo de control (DC valor de media = 6,52 e IC valor de media = 7,58), en relación con el estilo cognitivo se evidenció que los estudiantes IC que realizan entre cero y dos coincidencias estilísticas promueven mejores resultados de logro de aprendizaje que el grupo control; en tanto, los estudiantes DC

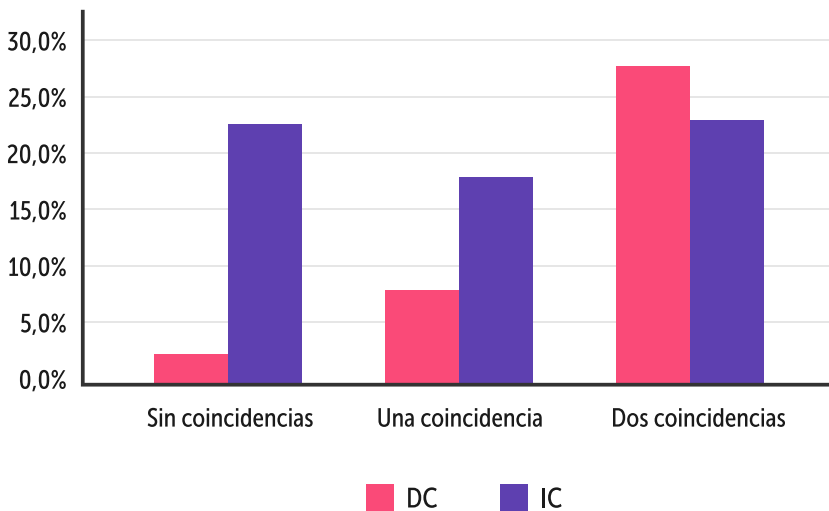
que realizan una o dos coincidencias estilísticas promueven mejores resultados de logro de aprendizaje que en el grupo control, lo cual podría indicar una movilidad estilística.

**Tabla 39.** Distribución de estudiantes y valores de media y desviación estándar de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.

Cantidad de coincidencias	Estilo cognitivo								Total n	Total %	Total Media DC e IC
	Dependiente de campo				Independiente de campo						
	Coincidencias n %		Prueba logro de aprendizaje		Coincidencias n %		Prueba logro de aprendizaje				
	n	%	Media	DE	n	%	Media	DE			
Sin coincidencias	1	2,8%	3,75	.	8	22,2%	7,69	1,08	9	25%	7,25
Una coincidencia	3	8,3%	7,92	1,04	6	16,7%	8,17	1,16	9	25%	8,08
Dos coincidencias	10	27,8%	6,70	1,03	8	22,2%	8,09	1,40	18	50%	7,32

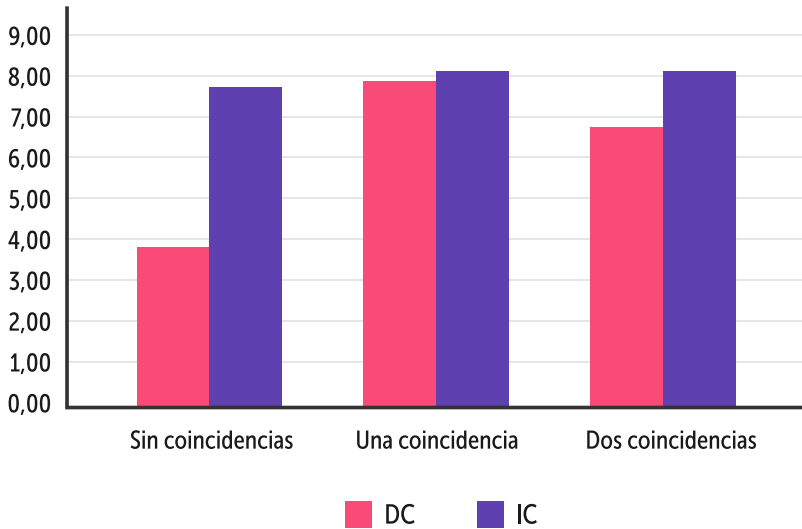
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 60.** Distribución de estudiantes de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 61.** Valor de la media de logro de aprendizaje de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.



Fuente: Elaboración propia.

## **Conclusiones: Caso 1 y 2**

### **Coincidencia estilística en el AEDP**

El análisis sobre la personalización controlada por el usuario y la coincidencia estilística, tiene como finalidad complementar los análisis efectuados sobre el logro de aprendizaje y su relación con la coincidencia y el desajuste estilístico. Además, de indagar por las preferencias de los estudiantes en las elecciones de los componentes de personalización, equivalentes o diferentes a su estilo cognitivo. Por tanto, a continuación se contrastan los dos casos estudiados y se destacan los siguientes hallazgos:

### **Distribución de los estudiantes de acuerdo con la coincidencia y discordancia estilística por componente**

- Los estudiantes IC tienen la mayor coincidencia estilística en el componente de personalización del procesamiento de la información, y mayor discordancia en el componente de personalización de la navegación.



- En el caso 1 y 2 la mayoría de las elecciones por cada componente presentan más alta coincidencia de los estudiantes DC; en contraste, en el caso 2 se evidencia que los estudiantes IC presentan coincidencias y discordancias similares en cada componente.
- En general, los estudiantes IC presentan mayor discordancia estilística que los estudiantes DC.
- Logro de aprendizaje de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas
- En la mayoría de los casos se evidencia que si el AEDP provee dos, tres y/o cuatro coincidencias estilísticas favorece más el logro de aprendizaje, que realizar una o ninguna coincidencia estilística.
- Los estudiantes IC obtienen mayor ganancia de logro de aprendizaje que los DC, al contrastar cada valor de media en cada opción de coincidencia estilística.
- Al contrastar los resultados obtenidos con los valores de media de la prueba de logro de aprendizaje del grupo control, se encuentra que los estudiantes IC que realizan dos o más coincidencias estilísticas, y los estudiantes DC que realizan entre una a cuatro coincidencias estilísticas, promueven mejores resultados de logro de aprendizaje que el grupo control.
- Por último, es posible establecer que tanto los estudiantes IC como DC que realizan menos de cuatro coincidencias estilísticas obtienen mejores logros de aprendizaje que el grupo control, por consiguiente se estaría favoreciendo la movilidad estilística.



## Hallazgos



En este capítulo se discuten los hallazgos del estudio empírico realizado sobre la implementación del AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de selección” que permite el control de la personalización a cargo del sistema y/o del usuario, y su efecto en el logro de aprendizaje y las percepciones de los estudiantes de grado quinto de básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo. Para esto, se abordó el análisis a partir de las variables dependientes: logro de aprendizaje y percepción sobre el AEDP.

### Logro de Aprendizaje

El logro de aprendizaje es una variable que incide directamente en calidad educativa de un país. Específicamente, en la programación computadores se requiere contar con propuestas que permitan

incrementar los niveles logro. Este trabajo investigativo presenta los hallazgos más representativos en relación con el logro de aprendizaje de la programación de computadores, en estudiantes de grado quinto de básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo, cuando interactúan con un AEDP en el cual la personalización se controla por el sistema y/o por el usuario.

Recordemos, que los diferentes análisis estadísticos realizados en función del logro de aprendizaje permitieron determinar los siguientes hallazgos: (a) al comparar los resultados finales con los iniciales se identificó que todos los grupos de estudiantes aprendieron; (b) a partir del análisis de covarianza de las variables independientes sobre el logro de aprendizaje se determinó un efecto significativo del control de la personalización a cargo del sistema; (c) en cuanto al análisis de covarianza de la variable asociada y el logro de aprendizaje se evidenció una influencia del estilo cognitivo sobre el logro de aprendizaje; (d) en relación con el último análisis de covarianza efectuado donde simultáneamente se analizaron los efectos del control de la personalización (sistema y del estudiante) y el estilo cognitivo (DIC) en el logro de aprendizaje, se determinó que no se encontró influencia de las variables dependientes y la variable asociada sobre el logro de aprendizaje al analizarse conjuntamente; evidenciándose una neutralización del estilo cognitivo; (e) al analizar los grupos que efectuaron personalización a cargo del usuario se evidencia un mejor logro de aprendizaje cuando hay coincidencia y discordancia estilística en contraste al grupo control que no contaba con la opción de personalizar.

De acuerdo a lo anterior, es claro que al analizar conjuntamente las diferentes variables dependientes, independientes y asociada no se observan influencias de la personalización controlada por el sistema, la personalización controlada por el usuario y el estilo cognitivo en el logro de aprendizaje. Sin embargo, se evidencia la neutralización del estilo cognitivo, lo cual ocurre al incluir en un modelo explicativo ambos tipos de control de la personalización, tanto por el sistema, como por el usuario. Por tanto personalizar por el sistema o por el usuario permite minimizar las diferencias en el logro de aprendizaje entre los estudiantes dependientes e independientes de campo. Situación que es deseable a nivel educativo. Además, implica que los tipos de control de personalización permiten la obtención de logro de forma equitativa en ambas polaridades estilísticas.

De otro lado, al realizar análisis independientes de los diferentes tipos de personalización y el estilo cognitivo en el logro de aprendizaje se observan hallazgos de interés. A continuación, se procede a efectuar la discusión en relación a cada uno de los hallazgos. En principio se evidenció que todos los estudiantes aprendieron independientemente del tipo de personalización en los valores de presencia o ausencia. Por tanto, los principios comunes de diseño y desarrollo de los AED fueron eficaces en la promoción del logro de aprendizaje de la temática “estructuras de selección”. La implementación del diseño didáctico basado en el Modelo de los cuatro componentes en la plataforma permitió a los estudiantes la construcción de esquemas cognitivos a partir de las tareas de aprendizaje, la información de apoyo, la información procedimental y la práctica de parte de las tareas.

Ahora bien, pasaremos a abordar los hallazgos parciales reportados a partir del análisis de covarianza, en el cual analizó exclusivamente los diferentes controles de la personalización y el logro de aprendizaje. Donde se encontró que *la personalización controlada por el sistema tiene influencia en el logro de aprendizaje*. En este sentido, recordemos que la personalización controlada por el sistema implicó que el estudiante no requirió tomar decisiones sobre qué personalizar. Por tanto, el sistema efectuó la personalización de forma automática en relación con las estrategias didácticas acordes a cada polaridad estilística en la dimensión DIC. Así que, el AEDP proporcionó al estudiante condiciones equivalentes al modo habitual y espontáneo de procesar información. Por consiguiente, los resultados indican que los componentes de personalización y las estrategias didácticas implementadas en el *Modelo de Personalización* del AEDP fueron pertinentes para favorecer el logro de aprendizaje.

Cuando el sistema efectuó la personalización proporcionó coincidencia estilística al estudiante de acuerdo a su estilo cognitivo DIC, lo cual incidió en un mayor logro de aprendizaje. De esta manera, estos resultados confirman los hallazgos de estudios sobre la coincidencia estilística según el estilo cognitivo en ambientes educativo digitales personalizados y su eficacia en el logro (Triantafillou et al., 2004; Tsianos et al., 2009; Mampadi et al., 2011). Por otro lado, los hallazgos del presente estudio contradicen los trabajos en donde se indica que la coincidencia estilística no afecta el logro de aprendizaje de los estudiantes (Mitchell, Chen y Mecredie 2005; Tsianos, Germanakos y Mourlas, 2006, citado por Mampadi et al, 2011).

En relación con el estilo de aprendizaje, encontramos resultados similares que han analizado la influencia en el logro de aprendizaje a partir de la coincidencia estilística. Diversos estudios han señalado que la coincidencia estilística favorece el logro de aprendizaje (Anthony et al., 2013; Chookaew et al., 2014; Dhakshinamoorthy y Dhakshinamoorthy, 2019; Drissi y Amirat, 2016; Gamalel-Din, 2010; Graf y Kinshuk, 2007; Hwang et al., 2013; Tseng et al., 2008; Zulfiani, et al., 2018). Por su parte, trabajos investigativos que han abordado ambos tipos de estilos tanto cognitivos como de aprendizaje, los cuales han indicado que la coincidencia estilística tiene efectos positivos en el logro de aprendizaje (Prieto, 2006; Wang, y Liao, 2011; Yang et al., 2013).

Sin embargo, en la literatura de esta línea de trabajos se han encontrado estudios que no evidenciaron resultados concluyentes en relación con la ganancia de logro de aprendizaje y la coincidencia estilística en ambientes educativos digitales personalizados (Beckmann et al., 2015; Brown et al., 2006; Marković et al., 2013; Wang et al., 2006). En este sentido, Kirschner y Van Merriënboer (2013) consideran que la correspondencia del estilo de aprendizaje en los procesos de enseñanza no siempre es beneficiosa, pues consideran que la forma preferida de aprender no necesariamente es la forma más productiva de aprender; además indican que se debe diseñar una instrucción que tenga en cuenta las diferencias de los estudiantes en términos de habilidades cognitivas en lugar de los estilos de aprendizaje preferidos.

En base a los planteamientos realizados, es importante reconocer que el presente estudio es de los pocos que aborda los estilos cognitivos y específicamente en la dimensión DIC. De esta manera, esta investigación aporta evidencia y directrices para la comprensión de la personalización basada en estilos cognitivos, donde se abordan elementos que favorecen el modo habitual del procesamiento de la información de los estudiantes. El AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de selección” implementó componentes adicionales de personalización con base en los estilos cognitivos que no se han empleado en trabajos similares. Estos componentes son el procesamiento de la información, la retroalimentación, y el tipo de trabajo individual y grupal. En contraste con el componente de la navegación que ha sido el abordado con mayor recurrencia.

En suma, se evidenció una influencia positiva en el logro en la condición de presencia de la personalización controlada por el sistema; por

tanto, podemos afirmar que la correspondencia estilística en el AEDP con base en el estilo cognitivo DIC a partir de los componentes de personalización de: el procesamiento de la información, la navegación, la retroalimentación, y el tipo de trabajo individual y grupal, fue beneficiosa para los estudiantes. Adicionalmente, a través de este tipo de propuestas pedagógicas digitales se confirman los postulados y recomendaciones sobre la influencia positiva en el logro de los estudiantes en situaciones de coincidencia estilística en escenarios educativos tradicionales (Evans y Cools, 2011; Hederich y Camargo, 2000a, 2000b y 2015; Hederich et al., 2011; Messick, 1982 y 1993; Saracho, 2003;).

Por otro lado, en lo que se refiere a los hallazgos reportados a partir del análisis de covarianza, en donde se analizó exclusivamente *el estilo cognitivo y el logro de aprendizaje*, se evidenció que sin tener en cuenta los diferentes tipos de control de personalización el estilo cognitivo incide el logro de aprendizaje. Los resultados del presente estudio encontraron que todos los estudiantes independientemente de las condiciones de presencia o ausencia de control de la personalización por parte del sistema y/o el usuario, tuvieron una ganancia significativa en el logro de aprendizaje, en relación con la prueba de logro final en contraste con la inicial. Sin embargo, se evidenció que los estudiantes IC se desempeñaron significativamente mejor que los estudiantes DC. Estos resultados coinciden con los planteamientos de Tinajero y Páramo (1998), Hederich y Camargo (2000a y 2000b), Guisande et al. (2007), Tinajero et al. (2011), Tinajero et al., (2012) y Hederich y Camargo (2015), sobre la ventaja de los estudiantes IC sobre los DC en relación con el logro de aprendizaje, en diferentes niveles educativos y dominios de conocimiento. Asimismo, los resultados coinciden con Hederich y Camargo (2000a) quienes consideran que entre “mayor sea la independencia de campo del estudiante, mayores sus probabilidades de obtener altos logros” (p. 14). Otro aspecto a tener en cuenta, consiste en que la temática abordada en el AEDP “estructuras de selección simple y doble” requiere de habilidades de reestructuración de la información, por lo cual esto pudo incidir en la ventaja de los IC sobre los DC.

Vale la pena resaltar, que se evidencian diferencias entre los estudiantes DC en relación a la aprobación de la prueba de logro de aprendizaje final. En este sentido, los estudiantes del grupo control tienen el promedio de logro más bajo equivalente a 5,90, correspondiente al mayor nivel de “no aprobación” (42,9%;). En contraste con los demás

grupos que fueron expuestos a los diferentes tratamientos, donde el promedio de logro mínimo fue igual y superior a 7,18, y el promedio de “no aprobación” fue inferior al 9%. En consecuencia, a partir de estos datos de corte descriptivo, la ventaja de los IC sobre los DC se evidencia especialmente en el grupo que no contó con ningún tipo de personalización. Por tanto, desde esta mirada se establece que contar con la personalización del usuario o el sistema podría disminuir la ventaja de los DC en contraste de los IC de acuerdo con la aprobación de la prueba de logro final. De acuerdo a lo anterior, se sugiere que las situaciones de coincidencia y desajuste estilístico efectuadas mediante los diferentes tipos de control de personalización por el sistema y/o por el usuario, favorecen el logro de los estudiantes con énfasis en los DC. Estos hallazgos, requieren de otros estudios posteriores sobre el tema.

Por otra parte, trataremos incidencia de la personalización controlada por el usuario en el logro de aprendizaje. En este sentido, el análisis de covarianza que analizó conjuntamente el efecto de los diferentes controles de la personalización y el estilo cognitivo, en relación con el logro, no se evidenció ningún efecto del control de la personalización a cargo del usuario. Sin embargo, se mostraron valores muy próximos a los convencionalmente aceptados de significancia a partir del análisis de covarianza donde se analizó el logro de aprendizaje y los diferentes controles de la personalización. Aunque no se determinó una influencia significativa de la personalización controlada por el usuario en el logro de aprendizaje, abordaremos los hallazgos a partir del análisis de los casos basados en los grupos que efectuaron personalización a cargo del usuario, donde se encontró que los estudiantes de estos grupos tuvieron un mejor desempeño que los estudiantes del grupo control.

Específicamente, a nivel investigativo es importante tener en cuenta que son pocos los estudios empíricos que han abordado el control de la personalización a cargo del usuario en ambientes educativos digitales. En este sentido, desde la mirada de los AEDP, autores como Oppermann et al. (1997), Tsandilas y Schraefel (2004), Papanikolaou y Grigoriadou (2008), Kay (2014), Barria-Pineda et al. (2018), entre otros, han destacado la importancia y las posibilidades de abordar ambientes educativos digitales personalizados controlados por el usuario, ya que promueven el control de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje. Por otro lado, desde la óptica del control tradicional de los sistemas hipertexto, estos resultados están en consonancia con Kopcha



y Sullivan (2008) y Vandewaetere y Clarebout (2011), en relación con que ofrecer el control a los estudiantes favorece el logro del aprendizaje. En tanto, Kay (2001) citado por Vandewaetere y Clarebout (2011) indican que el control del alumno es una técnica de instrucción que se puede considerar como una oportunidad para que los alumnos adapten los entornos de aprendizaje a sus propias necesidades, intereses y conocimientos.

De esta forma, retomando el AEDP “Aprendamos a programar – Estructuras de selección”, cuando el usuario efectúa el control pueden darse varias situaciones en relación con los diferentes componentes de personalización basados en la dimensión estilística DIC: (a) coincidencia total, (b) coincidencia parcial o desajuste parcial, y (c) desajuste total. Como ya se indicó anteriormente, cuando hay coincidencia estilística se favorece el logro de los estudiantes. Ahora bien, los hallazgos de este estudio agregan dos condiciones que inciden positivamente en el logro de aprendizaje: el desajuste total y/o parcial. A continuación ampliaremos esta perspectiva.

Recordemos, que el desajuste estilístico consiste en que el estudiante se enfrenta a tareas contrarias de su polaridad estilística, con el fin de promover la flexibilidad estilística o movilidad funcional de acuerdo con las necesidades de las tareas de aprendizaje a las que se enfrenta. Hederich et al. (2011) indicaron que una de las formas empleadas para promover la movilidad estilística es diseñar actividades para que los estudiantes se obliguen a emplear estrategias de una polaridad estilística contraria. Al respecto, son pocos los estudios de tipo empírico que abordan la movilidad estilística.

Por tanto, un aspecto a resaltar del presente estudio, consistió en que se implementó a nivel empírico propuestas teóricas realizadas en relación con la movilidad cognitiva, también denominada maleabilidad del estilo, flexibilidad estilística o metaestilo (Evans y Cools, 2011; García-Ramos, 1989; Hederich et al., 2011; Kozhevnikov, 2007; Messick, 1982 y 1993; Witkin y Goodenough, 1981). Estas propuestas coincidieron en indicar la necesidad de favorecer condiciones que promuevan la movilidad estilística, claro está, sin afirmar que el estilo se modifica, sino por el contrario se amplía el repertorio de estrategias del estudiante en relación con las necesidades de las situaciones de aprendizaje a las cuales se enfrenta.

En el AEDP implementado en este estudio, el desajuste estilístico consistió en que al estudiante de una polaridad estilística se le presentó uno, varios o todos los componentes de personalización en función de la polaridad contraria. Por ejemplo, a un estudiante DC le correspondía navegación guiada, pero se le presentó navegación libre, que pertenece a la situación de coincidencia estilística para el caso de los IC. Para la dimensión DIC, la movilidad cognitiva proporcionó a cada polaridad estilística el fortalecimiento de los atributos de la otra polaridad. Ello permitió a los estudiantes DC o IC “funcionar de acuerdo con las características específicas de la tarea, y no a las características fijas de su estilo.” (Hederich y Camargo, 2000b p .16).

Por tanto, los estudiantes que interactuaron con el AEDP controlado por el usuario, eligieron opciones de personalización que se basaron tanto en la coincidencia, como en el desajuste estilístico. En este sentido, la coincidencia y el desajuste estilístico experimentado por los estudiantes favorecieron el logro de aprendizaje en contraste a no contar con estos atributos. Además, el presente estudio es pionero y aporta evidencia empírica sobre la movilidad cognitiva, pues en la literatura revisada sólo se encontraron estudios que sugieren abordar esta línea de trabajo.

Adicionalmente, la edad de los participantes de este estudio osciló entre los 9 y 14 años, en este rango de edades es más factible efectuar procesos de movilidad (García-Ramos, 1989; Hederich y Camargo, 2000b). Por lo cual, sería interesante encontrar a futuro estudios de movilidad estilística tanto con niños, adolescentes y/o adultos con el fin de corroborar y/o contrastar estos resultados a partir de diferentes análisis de datos. Desde otra perspectiva, aunque los resultados a partir del control por parte del estudiante sobre el AEDP tienen valores muy próximos a los convencionalmente aceptados de significancia, valdría la pena cuestionar, si para alcanzar la significancia plena, tendría alguna incidencia la concientización del estudiante sobre su propio estilo cognitivo (Evans y Cools, 2011; Messick, 1982), tal vez lo llevaría a realizar mejores elecciones, que tengan mayor precisión para identificar lo que mejor funciona en su proceso de aprendizaje (Pashler et al., 2009, citado por Evans y Waring, 2011).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, podríamos indicar que ambos tipos de control la personalización en los AEDP, tanto por el sistema y el usuario benefician el logro de aprendizaje de la temática

estructuras de selección simple y doble, dirigida a estudiantes de grado quinto de educación básica primaria. Por consiguiente, la coincidencia y el desajuste estilístico inciden en la eficacia en el logro.

Estos resultados coinciden y complementan las propuestas de promover la correspondencia estilística gratificante y demandante (Saracho, 2003); la inclusión de estrategias pedagógicas que estimulen diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes en el diseño de AEDP controlados por el usuario y el sistema (Garzotto et al., 2004); la enseñanza adaptativa, en cuanto la enseñanza se adapte a los estudiantes, y a la vez los estudiantes se adapten a las demandas de la enseñanza (Tinajero et al., 2011); la promoción de la coincidencia y la flexibilidad estilística (Evans y Cools, 2011); y la propuesta de Barton y Foster (2016) sobre abordar situaciones de coincidencia y desajuste estilístico en los entornos virtuales de aprendizaje basados en los estilos cognitivos; ya que la correspondencia puede ofrecer una experiencia satisfactoria a los estudiantes, en tanto el desajuste promovería la versatilidad en el procesamiento de la información como respuesta a las necesidades o demandas del entorno de aprendizaje encontrado.

Por otro lado, respecto de la prueba de logro de aprendizaje inicial y las pruebas parciales se evidenció que se asociaron de forma significativa con la prueba de logro final. Lo cual indica que los conocimientos previos y alcanzados en las pruebas de la primera y segunda unidad tienen influencia en la obtención de logro de aprendizaje final; concretamente la última prueba parcial, correspondiente a la unidad dos, tuvo una alta asociación con la prueba final. Adicionalmente, los hallazgos indican que a partir de los promedios de las pruebas parciales y final, el grupo *B - P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO)*, tuvo una evolución estable y progresiva en la obtención de logro, pues a medida que avanzaba en las pruebas se obtenían mejores resultados, lo cual evidencia que la coincidencia estilística favorece el logro de aprendizaje de manera progresiva.

En tanto, los grupos *C - P. Sistema (NO) y P. Usuario (SI)* y *D - P. Sistema (SI) y P. Usuario (SI)*, mostraron logros superiores en la prueba de la unidad uno, luego disminuyen su rendimiento en la prueba de la unidad dos, y finalmente en la última prueba mejoran su logro de manera similar al grupo B. Al respecto el estudiante efectuó todo o parcialmente el control de los componentes de personalización, lo

cual implicó posibles situaciones de desajuste estilístico. Este desajuste, pudo desfavorecer el rendimiento en la prueba de aprendizaje de la unidad dos, ya que implicaba un aumento moderado en la dificultad en el área de estudio, que finalmente se incrementó en la prueba final, ya que sirvió como andamiaje para amoldarse a un nivel moderado de dificultad. Por último, en cuanto al grupo control los puntajes durante las pruebas se mantuvieron bajos y similares.

Una vez analizados los resultados más representativos en relación con el logro de aprendizaje, pasaremos a abordar con mayor amplitud el logro de aprendizaje alcanzado por los estudiantes, a partir del análisis descriptivo de dos casos en los cuales el usuario realizó personalización: (a) caso uno: *grupo C – P. Sistema (NO) y P. Usuario (SI)*, el estudiante podía personalizar el procesamiento de la información, la navegación, la retroalimentación, y el tipo de trabajo individual y grupal; y (b) caso dos: *grupo D – P. Sistema (SI) y P. Usuario (SI)*, el estudiante podía personalizar el procesamiento de la información y la navegación. Al respecto, se encontraron hallazgos interesantes en cuanto el número de coincidencias y discordancias estilísticas en relación con las elecciones efectuadas por los estudiantes, y su relación con el logro alcanzado.

Específicamente, es interesante encontrar que los estudiantes DC efectuaron un mayor número de coincidencias estilísticas, quiere decir que la elección realizada por los estudiantes con base en las estrategias didácticas de los componentes de personalización coincidió con su polaridad estilística. En contraste, a lo ocurrido con los estudiantes IC que tuvieron más discordancia estilística en sus elecciones, en el caso uno y similar número de coincidencias y discordancias en el caso dos. A la luz de los datos descriptivos, podríamos permitirnos hacer algunas deducciones que no son generalizables sino posiblemente aplicables a casos con características similares, por ejemplo, la mayoría de estudiantes DC e IC seleccionaron en su mayoría las estrategias didácticas de los componentes de personalización con base en las coincidencias estilísticas de los DC, tal vez puede deberse estas preferencias a que los estudiantes de básica primaria les agrada que les guíen y retroalimenten de forma frecuente, además de preferir el trabajo en grupo.

De otro lado, concretamente en el caso uno, los estudiantes DC e IC tuvieron la coincidencia más alta en la característica más sobresaliente de cada polaridad estilística. En este sentido los DC seleccionaron con

mayor frecuencia la preferencia de trabajar en grupo, y los IC eligieron la personalización del procesamiento de información de tipo analítico. Esto, tal vez llevaría a indicar que tanto los estudiantes DC como IC a su corta edad tienen clara su preferencia estilística más representativa de su polaridad en la dimensión DIC. Cabe aclarar que este tipo de contraste no se efectuó en el caso dos, pues sólo se efectuó personalización de dos componentes. Adicionalmente, estos hallazgos contradicen los resultados sobre las elecciones realizadas por los estudiantes en un AEDP no se relacionan con su estilo de aprendizaje (Hwang et al., 2013).

En cuanto al logro de aprendizaje y el análisis descriptivo efectuado en estos casos, podemos decir que cuando el AEDP configura entre dos a cuatro coincidencias estilísticas, hay incidencia en un mayor logro de aprendizaje en contraste con efectuar una o ninguna. Además, al contrastar la cantidad de coincidencias y el nivel de logro, se detecta una diferencia a favor de los IC en contraste con los DC. De otro lado, al comparar el promedio de logro de los estudiantes DC e IC con el grupo control, se evidenció que los estudiantes que presentan desajuste estilístico entre dos y tres componentes para los IC, y entre uno y tres componentes para los DC tienen mejores resultados; por tanto el desajuste estilístico favorece el logro de aprendizaje de los estudiantes y la flexibilidad estilística. En conclusión, principalmente la coincidencia estilística promueve mayores logros de aprendizaje, seguidamente del desajuste estilístico, a diferencia de no contar con ninguna de estas opciones. Por consiguiente, estos resultados de orden descriptivo aportan evidencia que confirma la incidencia positiva en el logro de aprendizaje de la coincidencia y desajuste estilístico.

Definitivamente, respecto del control en el AEDP podemos destacar que hay beneficio en el logro de aprendizaje cuando se efectúa control de los componentes de personalización, bien sea por el sistema o por el usuario, a diferencia de no efectuar ningún tipo de personalización. De todas formas, la principal influencia en el logro se obtiene por el control de los componentes de personalización a cargo del sistema en contraste con el control por el usuario. De acuerdo con estos hallazgos, se identifica que los componentes de personalización que se controlaron a través de las estrategias didácticas en el modelo de personalización fueron pertinentes, en la forma cómo se implementaron en el sistema y posteriormente en la interacción que permitió a los estudiantes. Estas estrategias didácticas se basaron en planteamientos teóricos y

trabajos empíricos que han contextualizado la caracterización de ambas polaridades del estilo cognitivo DIC, donde se tomaron los elementos más distintivos al respecto: el procesamiento de la información, la navegación, la retroalimentación, y el tipo de trabajo individual y grupal. Vale la pena reafirmar, que la mayoría de propuestas basadas en entornos digitales abordaron la navegación como característica distintiva de la DIC. Éste trabajo agrega otros componentes que se personalizan en entornos digitales con base en el estilo cognitivo y propiamente en la dimensión DIC. Al respecto, recordemos que son pocos los trabajos empíricos y teóricos que han abordado los estilos cognitivos como factor de personalización. De ahí que, esta investigación es un aporte novedoso frente a los AEDP al incluir los estilos cognitivos como elemento clave de la personalización. De acuerdo con el modelo de cebolla de Curry (1987) y al concepto propio de estilo cognitivo, se asume como la característica más estable a nivel estilístico, en contraste con los estilos de aprendizaje.

Otro aspecto de interés, consiste en que la mayoría de estudios empíricos y propuestas teóricas sobre ambientes educativos digitales personalizados han sobresalido los elementos de tipo técnico, en cambio de los elementos pedagógicos que fundamentan este tipo de propuestas digitales. En este sentido, esta investigación realmente aporta y presenta un ejemplo (ver capítulo 5) sobre cómo abordar de manera clara el componente pedagógico y cómo se evidencia directamente en las diferentes pantallas del AEDP. Para esto, se partió del diseño didáctico propuesto por Van Merriënboer y sus diversos colaboradores, denominado el modelo de los cuatro componentes 4C/ID. El modelo se basa en fundamentos del constructivismo y la teoría del procesamiento de la información. Donde se identificaron tareas recurrentes y no recurrentes, y se efectuaron tareas de aprendizaje que permitieron la construcción y automatización de esquemas. Además, en lo relacionado propiamente a las estrategias didácticas de los componentes a personalizar, estas fueron claramente descritas sobre cómo se llevarían a cabo en el sistema de aprendizaje. Lo dicho anteriormente, es clave tanto en estudios empíricos como teóricos, por una parte en que se evidencie el abordaje pedagógico en el AEDP, y de otro lado que evidencie la sostenibilidad y claridad de los componentes educativos propuestos; pues al fin y al cabo este tipo de propuestas se basan en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, por tanto los AEDP deben contar y evidenciar esta base pedagógica estructural.

Por último, se debe tener en cuenta que el área de conocimiento de la programación de computadores ha sido considerada con un nivel de dificultad moderado y que se han encontrado dificultades en relación con la motivación de los estudiantes, una alta tasa de deserción y mortalidad académica (Anthony et al., 2013; Lizcano y Jaime, 2008; Villalobos et al., 2005); y la mayoría de estudios se han realizado con estudiantes universitarios. Por lo cual, los hallazgos de este estudio contribuyen y aportan a propuestas educativas que abordan la enseñanza y el aprendizaje de la programación de computadores por medio de estrategias pedagógicas digitales a través de un AEDP que potencia el logro de aprendizaje en estudiantes de básica primaria por medio de procesos de coincidencia y desajuste estilístico, a través del control del sistema y el usuario de los diferentes componentes de personalización.

## Percepción sobre el AEDP

En este apartado abordaremos el efecto del control de la personalización por parte del sistema y el usuario, y el estilo cognitivo en relación con la percepción sobre el AEDP. Esta medición se efectuó a partir de cuestionario de percepción sobre el AEDP (expuesto en el capítulo 6). Recordemos que este instrumento fue aplicado a cada estudiante al finalizar su trabajo en la plataforma. A partir de estos datos, se efectuaron análisis descriptivos y de varianza en relación con el puntaje obtenido en el cuestionario con las variables independientes y la variable asociada planteadas en este estudio. En términos generales se encontró que todos los estudiantes tienen un alto nivel de percepción sobre el AEDP. Se determinó una diferencia significativa en la percepción sobre el AEDP en relación con los valores de presencia y ausencia en el control de la personalización a cargo del usuario. Y en relación con el estilo cognitivo, no se halló ninguna asociación entre el puntaje del cuestionario y el estilo cognitivo del estudiante.

En principio, tanto en los grupos con tratamiento expuestos a algún tipo de control de personalización a cargo del sistema y/o el usuario como el grupo control presentaron *altos niveles de percepción sobre el AEDP igual o superior al 92,5%*. Por un lado, estos resultados se deben a que las diferentes versiones del AEDP se basaron en principios a nivel pedagógico, gráfico y computacional pertinentes al dominio de conocimiento, y adecuados a la edad de los estudiantes. La diferencia entre los entornos personalizados de los grupos expuestos a tratamiento

y el grupo control consistió en la existencia y el control de los componentes de personalización relacionados con: el procesamiento de la información, la navegación, la retroalimentación, y el tipo de trabajo individual y grupal.

Así que, indiferentemente de la versión del ambiente en la cual interactuaron los estudiantes se evidenció altos niveles de percepción sobre el AEDP.

En este sentido, estos altos niveles de percepción, aceptación y uso sobre el AEDP por parte de los estudiantes, se pueden relacionar con el diferentes aspectos de diseño de la plataforma, como:

- Los principios pedagógicos sólidos que se evidencian en el diseño de cada módulo y sección del AEDP.
- Un diseño gráfico realmente sorprendente en cada una de las pantallas dirigido especialmente a niños: se contó con una paleta de colores cálidos y de tonalidad suave, que permite identificar cada zona del AEDP, además se presentaron iconos representativos de cada actividad a realizar, en cuanto las imágenes en su mayoría fueron originales y de alta calidad, y la tipografía empleada fue de tipo palo seco (sin serifas) para una mayor legibilidad.
- La navegabilidad fue intuitiva y clara para los niños, con menús a través de iconos e imágenes.
- Se contó con niveles adecuados de carga cognitiva en relación con la cantidad de información presentada y a la cantidad de actividades a realizar por pantalla.
- La presentación de la información de apoyo y procedimental se realizó de forma sencilla y concisa.
- El empleo y la interacción con diferentes elementos multimedia como texto, imágenes, audio y vídeo.
- Los altos niveles de interactividad por medio de ejercicios y tareas de aprendizaje, especialmente por medio del editor de código visual que emplea bloques en la construcción de algoritmos.



- El conteo de los aciertos en los ejercicios y las prácticas a través de estrellas.
- El trabajo en grupo, pues a quienes les correspondió, fue motivante para los estudiantes haber hecho uso del chat de la plataforma para contactarse con sus compañeros.
- El empleo de retos y niveles que permitieron al estudiante enfrentarse a problemas de mayor nivel de dificultad al habitual.
- La cantidad de pantallas desarrolladas (821) lo que le permitió al estudiante trabajar por varias semanas en esta plataforma; entre otros aspectos.

De acuerdo con lo anterior y a la experiencia en el ámbito de las TIC y la educación, es claro que un desarrollo como estos no es frecuente a nivel educativo y comercial, debido a la extensión de la plataforma, el nivel de detalle y la especificidad, la calidad del diseño gráfico, la inclusión de principios pedagógicos claros, entre otros elementos.

Otro factor, que pudo incidir en los altos niveles de percepción sobre el AEDP consistió en que se propició un entorno de trabajo diferente al habitual, el cual implicó que el estudiante se hiciese responsable de su proceso de aprendizaje durante varias semanas consecutivas a partir de la interacción con el AEDP, claro está al estudiante se le brindó las orientaciones para la realización de este trabajo. En este sentido, el estudiante estaba al tanto de leer de forma más consiente y atenta; y trabajar de forma autónoma, realizando las diferentes actividades, supervisando sus notas y decidiendo cuándo requería realizar nuevamente alguna actividad. Por tanto, el niño la mayoría de las clases llegaba a su puesto de trabajo, se colocaba los audífonos, iniciaba sesión de trabajo en la plataforma y se disponía a trabajar, al final de la clase, cerraba sesión y se retiraba a su salón de clase habitual, situación que sucedió entre 11 y 16 semanas. Por tanto, el estudiante se encontró motivado y entusiasmado a partir de la confianza otorgada para trabajar de manera autónoma, en este tipo de plataforma que promovió altos niveles de atención y concentración del estudiante, debido a las características del entorno digital.

Vale la pena agregar que la actitud de los estudiantes al trabajar con

la plataforma en general fue bastante positiva y entusiasta. Además, al finalizar el proceso se les preguntó a los estudiantes sobre cómo les pareció el trabajo con la plataforma y cómo se sintieron al trabajar con esta. Algunas respuestas a la primera pregunta sobre cómo te pareció el trabajo con la plataforma, fueron: *“muy chévere las preguntas, las evaluaciones, el reto”, “muy chévere y emocionante y desafiante, porque puse a prueba mi mente, me dio muchos obstáculos, también me sentí muy bien cuando saqué buenas notas”, “bonita por los dibujos, sonidos, talleres y pruebas”, “chévere, no es la manera normal de trabajar en el tablero como tú nos explicabas, sino es con la plataforma, nos explica, nos da las instrucciones y las notas”, “me pareció chévere porque uno aprende cada vez más de lo que uno no sabía”, “pude aprender de la plataforma y pude mejorar mis notas”, “bien porque me divertí mucho y aprendí más de los computadores, y aprendí a hacer los algoritmos y después de mucha practica mejoré”, “cada día iba mejorando mis notas”, “muy bien, porque como si estuviera con el profesor, pero el profesor no está ahí”, “uno aprende más, se está presionando para aprender, uno se exige”, “bonita, porque al principio sacaba 6 y 7, luego sacaba 8, 9 y 10, leía mejor antes no”, “me gustó mucho esta plataforma era como un juego y uno aprendía más y se divertía”.*

En cuanto la segunda pregunta, cómo te sentiste al trabajar con la plataforma, algunos estudiantes respondieron: *“divertido porque los ejercicios me gustaban”, “feliz, buena podía aprender, y cuando llegaba a la evaluación porque ya sabía lo que estaba haciendo”, “chévere uno aprende más, va mejorando entre más lee, leyendo despacio más entiende y le va mejor en las evaluaciones finales y en todo”, “me sentí tranquila nadie me distraía, a veces me faltaba la profe porque a veces me confundía en algo, la solución era leer”, “tener responsabilidad para trabajar”, “chévere porque aprendí cosas nuevas, pude subir mis notas y me gustó”, “emocionado y nervioso en las evaluaciones”, “súper chévere porque ahí aprendí muchas cosas que yo no sabía, me gustó mucho trabajar en esa plataforma”, “feliz y nerviosa, feliz cuando pasaba las pruebas bien o sea con notas altas, y nerviosa cuando hacía las evaluaciones finales”, “bien, feliz, emocionada, nerviosa cuando termina el último ejercicio y muestra la nota, feliz cuando podía o mejoraba las evaluaciones y notas, feliz con todo”, “me sentí como bien relajado y que iba aprendiendo más”, “divertido y bonito, porque aprendí nuevas cosas”, “chévere, sentí que estaba aprendiendo más y más cada vez que pasaba los ejercicios”, “bien porque es más fácil de aprender”.*

De acuerdo con los comentarios anteriores de los estudiantes, se destaca que los estudiantes coinciden en apreciaciones relacionadas con el agrado hacia la plataforma y que fue de fácil uso; además, los niños consideraban que la plataforma les permita aprender y experimentaban alegría al mejorar sus resultados. Ahora bien, partiendo de que todos los estudiantes tuvieron una alta puntuación sobre la percepción del AEDP, con el fin de observar con mayor detalle estos puntajes analizaremos los resultados de cada grupo. En este sentido, el puntaje más alto se presentó en el *grupo B – P. Sistema (SI)* con 94,50%, seguido del grupo *A – P. Sistema (NO)* y *P. Usuario (NO)* con 94,25%, y el *grupo D – P. Sistema (NO)* y *P. Usuario (NO)* con 92,75%, y el puntaje menor se presentó en el *grupo C – P. Sistema (NO)* y *P. Usuario (SI)* con 92,25. De esta forma, hasta el momento con base en los análisis descriptivos de los promedios, se evidencia que los estudiantes en los cuales el sistema controló los componentes a personalizar tuvieron promedios superiores, en contraste con aquellos en el que el usuario tuvo el control de la personalización. Por tanto, en situación de coincidencia estilística, se obtuvo una alta percepción sobre el AEDP.

Respecto de la percepción positiva de los estudiantes frente al AEDP en relación con el control del sistema, se encuentran hallazgos similares con estudios que han indagado acerca de la percepción de los estudiantes en entornos digitales personalizados en situación de coincidencia estilística. Por su parte, Mampadi et al. (2011) señalaron que un AEDP en relación con los estilos cognitivos en la dimensión holista/serialista de Pask, incrementa la percepción positiva sobre la claridad, la estructura, la secuencia lógica, la estructura de navegación y el apoyo adicional. Özyurt et al. (2013) implementaron un AEDP con base en los estilos de aprendizaje VAK Visual / Auditivo y Kinestésico, y ajustado al conocimiento y desempeño del estudiantes, y determinaron que tuvo un impacto en la percepción y satisfacción de los estudiantes en relación con la coincidencia estilística. Del mismo modo, Beckmann et al. (2015) encontraron que un ambiente e-learning adaptativo basado en los estilos de aprendizaje visual/verbal de Felder y Silverman favoreció la satisfacción y motivación de los estudiantes, aunque en el logro de aprendizaje no se evidenciara mejora.

De forma similar, Filippidis y Tsoukalas (2009) indicaron que los estudiantes encontraron el AEDP fue útil, fácil de usar, donde se podía aprender fácilmente y por tanto fue satisfactorio para los estudiantes.

Por su parte, en el estudio realizado Schiaffino, García, y Amandi (2008) señalaron que los estudiantes consideraron que la interfaz era adecuada y útil. Por su parte, Popescu (2010) indicó que los estudiantes al interactuar con un AEDP que propiciaba la coincidencia estilística, evidenció en los estudiantes un aumento en la satisfacción del uso del AEDP en relación con la ganancia y esfuerzo en el aprendizaje, la eficiencia y la motivación. Adicionalmente, Chookaew et al. (2014) determinaron que los estudiantes tienen una actitud positiva hacia el AEDP implementado. Por su parte, Marković et al. (2013) señalaron que a la mayoría de los estudiantes les agrado las características gráficas y la usabilidad del entorno de aprendizaje, y se evidenció un incremento de la satisfacción. Por último, Wang et al. (2006), Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać y Krčo, (2012) y Huang et al. (2016) indicaron que los estudiantes muestran actitudes positivas hacia el entorno digital personalizado.

Por otra parte, luego de efectuar diferentes análisis de varianza en relación con las variables independientes y a la variable asociada, por aparte y en conjunto, solo se encontró una diferencia significativa en la percepción sobre el AEDP en relación con la personalización controlada por el usuario en los valores de ausencia y presencia. En este sentido, cuando hay ausencia de personalización controlada por el estudiante se evidenció un puntaje más alto del cuestionario, a diferencia de cuando hay presencia de la personalización controlada por el estudiante. En los demás casos no se halló influencia del puntaje del cuestionario en relación con la personalización controlada por el sistema, o la combinación del estilo cognitivo con algún tipo de control de personalización. Adicionalmente, en relación con los valores de la media del puntaje del cuestionario se encontró que los puntajes más altos fueron obtenidos en la condición de ausencia de control del usuario, por tanto los grupos con puntaje más alto correspondieron a los grupos: *grupo A – P. Sistema (NO) y P. Usuario (NO)*, y *grupo B – P. Sistema (SI) y P. Usuario (NO)*. Vale la pena recordar, de todas formas que todos los grupos tuvieron puntajes altos en el cuestionario.

Estos resultados generan curiosidad, porque aunque todos los puntajes de cada uno de los grupos son altos en relación con el puntaje del cuestionario, aun así hay mejor puntaje en la percepción de los estudiantes cuando hay ausencia de control por parte del usuario. Al respecto, podríamos indicar que cuando el usuario efectúa el control de la

personalización pueden suceder dos situaciones. Una primera situación es que el estudiante debe tomar las decisiones sobre las estrategias didácticas a personalizar, y puede no ser del agrado del estudiante tomar este tipo de decisiones. Y una segunda situación consiste en que cuando el estudiante controla los componentes de personalización tiene posibilidades de experimentar desajuste estilístico, lo cual hace que disminuya la percepción de los estudiantes hacia el AEDP; al respecto el estudio realizado por Huang et al. (2016) coincide con esta idea, donde realizaron un trabajo sobre un AEDP que presentaba correspondencia y desajuste en relación con el estilo cognitivo en la dimensión holista/serialista, y encontraron que la coincidencia estilística entre el sistema y el estudiante se relaciona con emociones positivas, en contraste con las situaciones de desajuste estilístico.

Un último aspecto que se analizó en relación con la percepción sobre el AEDP fue el estilo cognitivo, al respecto es concluyente que el estilo cognitivo del estudiante no tiene influencia en la obtención de los puntajes en el cuestionario de percepción sobre el AEDP. Adicionalmente, en cuanto al puntaje de los estudiantes en el cuestionario en relación con cada variable independiente y sus respectivos valores, se encontró que tanto los estudiantes DC como IC valoraban mejor la percepción sobre el AEDP en los grupos que no se efectuó personalización controlada por el usuario, en contraste con los grupos realizaron personalización a cargo del usuario.

En síntesis, los hallazgos de la presente investigación indican que todos los estudiantes tuvieron altos niveles de percepción sobre el AEDP, debido a las múltiples características en su diseño pedagógico, gráfico y computacional; sin embargo se pudo apreciar entre estos altos puntajes, una diferencia significativa a favor de los estudiantes que interactuaron con el AEDP en la condición de ausencia del control de la personalización a cargo del usuario, en contraste con la personalización con presencia del control por parte del usuario. Y el estilo cognitivo no se relaciona con el nivel de percepción de los estudiantes sobre el AEDP.

*Por último, los hallazgos de la presente investigación brindan elementos claves para el diseño, desarrollo e implementación de los AEDP basados en principios pedagógicos, gráficos y computacionales, dirigidos a estudiantes de básica primaria que inciden en altos niveles de percepción sobre el AEDP.*



## Cierre



Esta investigación reportó los resultados de la influencia de la personalización de un ambiente educativo digital controlado por el sistema y/o por el usuario sobre el logro de aprendizaje del tema “estructuras de selección” y en la percepción sobre el AEDP, en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo. A continuación, se presentan de forma sintética las conclusiones finales referidas a los objetivos específicos y la pregunta de investigación planteados en este estudio:

En relación con el primer objetivo específico: “*diseñar y desarrollar un ambiente educativo digital personalizado para la enseñanza de las “estructuras de selección”, que permita el control, por el sistema y/o por el usuario de los componentes de personalización*”, se alcanzó a través de la

revisión documental realizada, en la cual se definió el diseño del AEDP a partir de tres modelos: del estudiante, de dominio y de personalización. El modelo del estudiante se elaboró a partir de estereotipos en relación al estilo cognitivo en la dimensión DIC, que incluyen los siguientes componentes: el procesamiento de la información, la navegación, la retroalimentación y el tipo de trabajo grupal o individual. En el modelo de dominio se definieron los conceptos y relaciones de la temática “estructuras de selección simple y doble”. Y en el modelo de personalización, se establecieron los elementos relacionados con el diseño didáctico. Además, se abordaron las estrategias didácticas, las reglas de personalización, y los métodos y las técnicas de personalización de acuerdo con los componentes definidos en el modelo estudiante en relación con el estilo cognitivo. Por último, se definieron los niveles de control en el AEDP por parte del sistema y del usuario, dando respuesta a las preguntas orientadoras: ¿quién controla?, ¿qué se controla? y ¿cómo y cuándo se efectúa el control?. A partir de estos elementos se desarrolló el AEDP “Aprendamos a programar – estructuras de selección” al cual se puede acceder a través del enlace [www.educacionaedp.com](http://www.educacionaedp.com) (en el capítulo 5 se expone el diseño y desarrollo del AEDP).

Por otra parte, en cuanto al segundo objetivo específico *“analizar el efecto de un ambiente educativo digital personalizado controlado por el sistema y/o por el usuario, sobre el logro de aprendizaje y las percepciones de los estudiantes acerca del AEDP*, se encontró que la personalización controlada por el sistema tiene influencia en el logro de aprendizaje. Por tanto, la personalización a cargo del sistema que indica coincidencia estilística influye positivamente en la obtención del logro. En cuanto a la percepción sobre el AEDP se estableció que todos los grupos escolares tienen altos niveles de percepción sobre el AEDP, sin embargo al analizar estos resultados superiores, se pudo determinar que hay una diferencia significativa en la variable independiente *personalización controlada por el usuario*, donde tienen un mayor nivel de percepción de la plataforma, cuando hay ausencia del control del usuario, a diferencia a cuando hay presencia del control de la personalización a cargo del usuario. Lo cual parece indicar que en situación de desajuste estilístico se disminuyen los niveles de percepción, aceptación y uso del AEDP.

Con respecto al tercer objetivo específico *“identificar las posibles relaciones entre el estilo cognitivo en la dimensión dependencia e independencia de campo, y el logro de aprendizaje y las percepciones*



sobre el AEDP”, se concluyó que el del estilo cognitivo en la dimensión DIC influye en la ganancia del logro de aprendizaje de la temática estructuras de selección simple y doble del área de la programación de computadores. Así que se observa una ventaja significativa a favor de los estudiantes con estilo cognitivo IC en contraste con los estudiantes DC; sin embargo, se encontró que los estudiantes DC tuvieron un mejor desempeño en los grupos expuestos a los diferentes tratamientos, en contraste al grupo control. Por lo que se refiere a la percepción sobre el AEDP no se encontró ninguna relación con las diferentes polaridades estilísticas de los estudiantes.

En relación con el cuarto objetivo específico “*evaluar el efecto del control de los componentes de personalización a cargo del sistema y/o el usuario, y el estilo cognitivo, en relación con el logro de aprendizaje y las percepciones sobre el AEDP*”, al analizar de forma conjunta las variables independientes y la variable asociada en la obtención del logro de aprendizaje no se determina influencia de la personalización controlada por el sistema, la personalización controlada por el usuario y el estilo cognitivo sobre el logro de aprendizaje. Sin embargo, se evidencia una neutralización del estilo cognitivo. Lo cual implica que contar con personalización controlado por el sistema y/o usuario disminuye las diferencias en el logro de aprendizaje entre los niños dependientes e independientes de campo. De otro lado, se confirma en relación a la percepción sobre el AEDP, que se mantiene la influencia descrita en los resultados expuestos del objetivo dos, donde los estudiantes tienen significativamente un mayor puntaje en el cuestionario de percepción sobre el AEDP cuando hay ausencia de personalización del control del usuario, en contraste a cuando hay presencia del control de la personalización a cargo del usuario.

En cuanto al quinto objetivo específico “*Examinar la relación entre la coincidencia estilística y las elecciones de personalización controladas por el usuario en el logro de aprendizaje*”, se identificó que los estudiantes DC efectúan mayor número de coincidencias que los IC, por tanto la mayoría de coincidencias se dio con base en la caracterización de la polaridad DC. Además cada polaridad estilística DC e IC presentó mayor coincidencias en relación con su atributo más sobresaliente, por tanto los DC tuvieron mayores coincidencias en elegir el trabajo en grupo, en cambio los IC en la selección del tipo de procesamiento de información analítico. En cuanto, la relación entre las coincidencias y el

logro de aprendizaje, se concluye que a mayor número de coincidencias estilísticas mayor logro; además el desajuste estilístico parcial o total de los componentes de personalización beneficia la obtención del logro, a diferencia de no contar con opciones de personalización, y por tanto se propicia la flexibilidad estilística.

Y por último, responderemos la pregunta de investigación planteada al inicio del documento: *¿Cuál es el efecto de la personalización de un ambiente educativo digital controlado por el sistema y/o por el usuario en el logro de aprendizaje del tema “estructuras de selección” y en la percepción, en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria diferenciados por su estilo cognitivo?*. En este sentido, a partir de las conclusiones emitidas en cada uno de los objetivos específicos, se ha dado respuesta a la pregunta de investigación de forma detallada. Por tanto, a continuación procederemos a consolidar estos hallazgos. En relación con el logro de aprendizaje se concluye que al analizar conjuntamente la influencia las variables independientes: personalización controlada por el sistema y personalización controlada por el usuario, y la variable asociada el estilo cognitivo no se evidencian efectos significativos sobre el logro de aprendizaje. Sin embargo, se observa la neutralización del estilo cognitivo, lo cual implica que se disminuye la diferencia en la obtención de logro de aprendizaje entre los niños dependientes e independientes de campo. Ahora bien, de acuerdo a los análisis previos de varianza se evidencia una influencia de la personalización controlada por el sistema sobre el logro de aprendizaje; por tanto, se sugiere que los procesos de coincidencia estilística benefician la obtención de logro de aprendizaje. Adicionalmente, el estilo cognitivo mostró influencia en la obtención del logro de aprendizaje, observándose una ventaja de los IC sobre los DC. Y por último, a partir del estudio de caso en relación con la personalización controlada por el usuario, la cual promueve procesos de coincidencia y a la vez de desajuste estilístico, se indica que el desajuste estilístico favorece el logro de aprendizaje y por tanto la movilidad estilística. Por otro lado, en cuanto a la percepción, aceptación y uso sobre el AEDP se evidencian altos niveles en la percepción del AEDP superiores al 92% en todos los grupos, sin embargo, se encontró que los estudiantes tienen una mayor percepción cuando hay ausencia del control de la personalización a cargo del usuario; por consiguiente, es posible que no les agrade tomar decisiones sobre las estrategias didácticas a personalizar, o el desajuste estilístico puede incidir en esta diferencia.

En cuanto, al estilo cognitivo no se encontró ninguna asociación con los niveles de percepción.

Una vez respondida la pregunta de investigación, pasaremos a enunciar las limitaciones y las orientaciones para futuros trabajos en esta línea de investigación. Sobre las limitaciones del estudio, se encuentra a nivel metodológico que se trabajó con grupos intactos debido a la organización escolar; esto incide en la disminución de la generalización de los resultados, sin embargo la asignación de la condición experimental a cada grupo se efectuó de forma aleatoria. De otro lado, se encuentran algunas variables intervinientes que pueden influir en los resultados de esta investigación ya que es difícil su control. En este sentido, se encuentra el acceso a equipos de cómputo e internet fuera de la escuela, ya que existía la posibilidad que los estudiantes realizaran prácticas adicionales en relación al tema de estudio a través de recursos en línea. Otras variables intervinientes que pueden incidir en el logro y no se controlaron debido a los alcances del estudio son las características del contexto social y familiar de los estudiantes, las características demográficas y culturales de la escuela, entre otras.

Ahora, abordaremos las orientaciones y las sugerencias en relación con futuros trabajos en esta línea de investigación. En principio, se encuentra que aunque diversos estudios en su mayoría reportan un efecto positivo en el logro de aprendizaje en relación con la coincidencia estilística con base en los estilos de aprendizaje en los AEDP, sin embargo, son pocos los estudios que han abordado los estilos cognitivos en los AEDP y su relación con el logro de aprendizaje. Por tanto, se requiere incrementar el número de estudios empíricos que aborden la coincidencia estilística con base en el estilo cognitivo. Y más aún, es de interés aportar evidencia sobre logro de aprendizaje y la percepción en relación con los AEDP que asuman el desajuste estilístico, ya que la investigación al respecto es escasa. A la par de esta sugerencia, es conveniente indagar por procesos en los AEDP que promuevan la flexibilidad estilística de los estudiantes. Al respecto, es claro que los entornos educativos deben fortalecer tanto la coincidencia estilística como procesos de desajuste estilístico.

Adicionalmente, investigaciones posteriores podrían profundizar en la ampliación de otros componentes a personalizar con base en el estilo cognitivo en la dimensión DIC; al respecto, recordemos que en este estudio se asumió el procesamiento de la información, la navegación,

la retroalimentación y el trabajo en grupo individual y grupal. Lo cual permitiría ampliar los elementos de personalización en un AEDP con base en la dimensión DIC. De otro lado, un paso a seguir luego de este proceso investigativo es replicar la implementación del AEDP “Aprendamos a programar – estructuras de selección” con otras poblaciones de la institución educativa en diferentes sedes y jornadas escolares. Además, sería pertinente implementar este AEDP en otras instituciones escolares de diferentes localidades, ciudades y países, con el fin de beneficiar diferentes poblaciones educativas con los hallazgos del presente estudio, y paralelamente contrastar y aportar evidencia sobre la incidencia de esta plataforma digital.

Así mismo, se recomienda a próximos estudios que aborden el diseño y desarrollo de ambientes educativos digitales personalizados con base en los estilos cognitivos, que retomen los elementos de diseño del AEDP propuestos en este documento en relación con los tres modelos: modelo estudiante, modelo de dominio y modelo de personalización, pues se dan directrices claras de cómo efectuar la personalización con base en sólidos planteamientos pedagógicos. Otro rasgo a tener en cuenta en la creación de este tipo de plataformas son los niveles de control a cargo del sistema y del usuario, por tanto futuras investigaciones pueden implementar diferentes niveles de control a partir de las tres preguntas orientadoras ¿quién controla?, ¿qué se controla? y ¿cómo y cuándo se efectúa el control?. En este sentido, también se sugiere indagar sobre mayores niveles de control por parte del usuario durante la ejecución del AEDP. Por otra parte, futuros investigadores que aborden el diseño de ambientes educativos digitales personalizados con base en los estilos cognitivos con diferentes componentes de personalización, deben tener en cuenta que se debe llevar a cabo un desarrollo compatible e interoperable con las tecnologías actuales. Además, se requiere de un esfuerzo significativo de tiempo para su desarrollo. En este sentido se sugiere el trabajo en equipo de diferentes profesionales para el desarrollo de este tipo de plataformas digitales.

La presente investigación aportó novedades en el ámbito de la investigación en las TIC y educación, al crear un AEDP dirigido a estudiantes de básica primaria, por tanto estudios posteriores se les sugiere realizar procesos investigativos que aporten evidencia empírica en entornos escolares de preescolar, básica primaria y secundaria, ya que son las poblaciones que reportan menos investigación en el campo.

Así mismo, se sugiere seguir indagando en la obtención de mejores logros en la programación de computadores, y a la vez trabajar en la inclusión de este dominio de conocimiento en los currículos de las escuelas, en diferentes niveles educativos, pues aunque a nivel nacional hay intenciones, esfuerzos y algunas experiencias al respecto, aún se requiere mayor investigación. Adicionalmente, esta investigación aporta en el desarrollo de futuras investigaciones sobre STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). Por otro lado, futuros trabajos deberían indagar sobre ambientes educativos digitales personalizados dirigidos a diferentes áreas de conocimiento como las ciencias naturales, las matemáticas, el lenguaje, entre otras y en diferentes niveles educativos. Y se podría incluir el nivel de conocimiento de los estudiantes como un elemento adicional a tener en cuenta en la personalización.

Una proyección del presente estudio es implementar un módulo docente que provea analíticas de aprendizaje al maestro sobre la evolución del proceso de aprendizaje de los estudiantes y así tomar decisiones con el fin de promover el logro de aprendizaje. Además, futuros estudios podrían incluir la visualización de las analíticas de aprendizaje al mismo estudiante, con el fin de supervisar y redirigir su proceso aprendizaje; y a la vez, se podría dar acceso de las analíticas de aprendizaje a padres de familia con el objetivo de estar informados del rendimiento de sus hijos, y/o entre compañeros de clase con el fin de informarse, comparar y colaborar en la consecución de las metas educativas.

En relación con los instrumentos de recolección de información empleados en el presente estudio, se invita a futuros investigadores a hacer uso de ellos, pues fueron diseñados con base en planteamientos teóricos, revisados por expertos y reportaron niveles adecuados de confiabilidad interna. En relación con el cuestionario de percepción sobre el AEDP, en los antecedentes revisados no se encontraron instrumentos similares dirigidos a estudiantes de básica primaria, además se tiene en cuenta diferentes factores para dar cuenta de la percepción del niño frente al AEDP basados en la teoría UTAUT. Este instrumento como bien se indicó con anterioridad es una primera versión del cuestionario, recordemos que en la revisión documental realizada no se encontraron antecedentes previos sobre instrumentos que midan la percepción sobre AEDP con estudiantes de básica primaria. En consecuencia, una proyección frente a este cuestionario

es fortalecer la consistencia interna mediante la determinación de un número de ítems adecuado por categoría y el análisis de fiabilidad por categoría. En cuanto a la prueba de logro de aprendizaje se resalta que se evaluaron diferentes habilidades del estudiante en relación con la comprensión, creación y depuración de algoritmos con base en la programación por bloques. Por tanto, sería de útil este tipo de recursos en posteriores investigaciones.

Adicionalmente, se sugiere en próximos estudios indagar, sobre la incidencia de este u otro AEDP sobre los procesos de lectura y el aprendizaje autónomo, pues en la experiencia implementada se observaron indicios que la interacción por un tiempo prolongado en el AEDP puede incidir en estos procesos. Por otra parte, se recomienda implementar el AEDP de forma Blended-Learning, quiere decir de forma mixta a través de trabajo desde el colegio y la casa. Esto surge debido a dos situaciones, la primera situación es que los estudiantes cuentan con los recursos para trabajar desde casa o fuera del colegio, ya que la mayoría tienen acceso a dispositivos con internet con una frecuencia de uso moderada en el mes, y la segunda situación es que trabajar desde casa permite complementar el trabajo realizado en el colegio, lo cual conlleva a que el estudiante practique y avance entre semana, recordemos que el estudiante solo tenía acceso al AEDP durante la sesión de clase semanal.

Por último, la investigación presentada en este documento es un aporte al sistema educativo colombiano en relación con ambientes educativos digitales personalizados que favorezcan el logro de aprendizaje, y concretamente una propuesta en el aprendizaje de la programación de computadores dirigida a estudiantes de básica primaria. En definitiva, la personalización de la enseñanza a nivel digital aporta a calidad educativa a partir de la definición del empleo de las TIC con bases pedagógicas sólidas, que permitan tener en cuenta las características personales de los estudiantes. Para terminar, hoy día la personalización de ambientes educativos digitales es una tendencia educativa que requiere seguir explorándose, y a la vez es un campo prometedor para mejorar la calidad educativa en los diferentes espacios y entornos de enseñanza y aprendizaje.







## Lista de Figuras

- Figura 1 Componentes o partes de un PLE.
- Figura 1. Representación gráfica de la estructura hipermedial.
- Figura 2. Parte de una jerarquía de conceptos.
- Figura 3. Ejemplo estructura de relación de conceptos.
- Figura 4. Modelo de dominio e hiperespacio.
- Figura 5. Taxonomía de las técnicas de personalización.
- Figura 6. Espectro de adaptación.
- Figura 7. Tipo de control sobre los componentes de personalización.
- Figura 8. Modelo unificado UTAUT.
- Figura 9. Componentes a personalizar en el AED de acuerdo con el estilo cognitivo DIC.
- Figura 10. Diagrama estructura de selección simple.
- Figura 11. Diagrama estructura de selección doble.
- Figura 12. Representación del dominio de conocimiento del AEDP. Nodos y relaciones.
- Figura 13. Esquema de las diez actividades.
- Figura 14. Pantalla inicio de sesión.
- Figura 15. Pantalla evaluación inicial.
- Figura 16. Pantalla cuestionario selección estrategias didácticas de personalización – Tipo de trabajo.
- Figura 17. Pantalla menú principal.

- Figura 18. Pantalla menú unidad 1 y 2.
- Figura 19. Pantalla módulo introducción.
- Figura 20. Pantalla menú módulo - estudiante DC.
- Figura 21. Pantalla menú módulo - estudiante IC.
- Figura 22. Pantalla sección definición - estudiante DC.
- Figura 23. Pantalla sección definición - estudiante IC.
- Figura 24. Pantalla sección ejercicios.
- Figura 25. Pantalla retroalimentación inmediata.
- Figura 26. Pantalla retroalimentación – estudiante DC.
- Figura 27. Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.
- Figura 28. Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.
- Figura 29. Pantalla sin retroalimentación – estudiante IC.
- Figura 30. Pantalla menú Reto.
- Figura 31. Pantalla Trabajo en grupo / contactar compañero.
- Figura 32. Pantalla trabajo en grupo / chat.
- Figura 33. Pantalla evaluación unidad.
- Figura 34. Pantalla unidad 3.
- Figura 35. Pantalla unidad 3 – Nivel 3.
- Figura 36. Pantalla evaluación final.
- Figura 37. Pantalla despliegue de opciones personales.
- Figura 38. Pantalla ¿Dónde estoy? Mapa jerárquico Estudiante DC.

- Figura 39. Pantalla ¿Dónde estoy? – Índice– Estudiante IC.
- Figura 40. Pantalla Mis resultados.
- Figura 41. Pantalla Ayuda.
- Figura 42. Medición del logro de aprendizaje.
- Figura 43. Medición Percepción.
- Figura 44. Medias en la prueba de logro inicial en cada grupo escolar.
- Figura 45. Logro de aprendizaje en cada prueba de logro de aprendizaje de acuerdo con cada VI y sus valores.
- Figura 46. Efecto principal personalización controlada por el sistema en el logro de aprendizaje.
- Figura 47. Valor de media marginal según estilo cognitivo.
- Figura 48. Medias prueba de logro final de acuerdo con cada factor y sus niveles en relación con el estilo cognitivo. 1
- Figura 49. Estilo cognitivo DC – IC y aprobación prueba de logro final.
- Figura 50. Medias marginales: personalización controlada por el sistema y logro de aprendizaje.
- Figura 51. Medias marginales: estilo cognitivo y logro de aprendizaje.
- Figura 52. Media, valor porcentual y desviación estándar del cuestionario de percepción sobre el AEDP.
- Figura 53. Efecto principal Personalización controlada por el usuario en percepción sobre el AEDP.
- Figura 54. Estilo cognitivo y valor de media del cuestionario.

- Figura 55. Efecto principal Personalización controlada por el usuario en percepción sobre el AEDP.
- Figura 56. Distribución de estudiantes en relación con la coincidencia y discordancia estilística por componente.
- Figura 57. Distribución de estudiantes de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.
- Figura 58. Valor de la media de logro de aprendizaje de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.
- Figura 59. Distribución de estudiantes en relación con la coincidencia y discordancia estilística por componente.
- Figura 60. Distribución de estudiantes de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.
- Figura 61. Valor de la media de logro de aprendizaje de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.





## Lista de Tablas

- Tabla 1. Factores de personalización empleados en los AEDP en relación con el estilo.
- Tabla 2. Diez pasos – Modelo 4C/ID.
- Tabla 3. Estrategias didácticas de acuerdo con los componentes de personalización.
- Tabla 4. Técnicas y métodos de personalización del contenido.
- Tabla 5. Técnicas y métodos de personalización de la navegación.
- Tabla 6. Diseño factorial, variables independientes y sus valores.
- Tabla 7. Distribución de estudiantes por grupo en relación con el sexo.
- Tabla 8. Caracterización de los ítems - prueba de logro de aprendizaje.
- Tabla 9. Especificación de las versiones de las pruebas de logro de aprendizaje.
- Tabla 10. Denominación de los grupos escolares de acuerdo con el control de la personalización.
- Tabla 11. Medias y Desviación estándar en la prueba de logro inicial en cada grupo escolar.
- Tabla 12. Análisis de varianza de un factor: prueba de logro inicial y grupo escolar.
- Tabla 13. Cantidad de estudiantes por grupo y distribución en relación con el estilo cognitivo.
- Tabla 14. Prueba de Chi-cuadrado: distribución de estudiantes por estilo cognitivo en los grupos.
- Tabla 15. Medias: Grupo escolar y prueba de logro de aprendizaje final.

- Tabla 16. Correlaciones de muestras relacionadas entre pares de grupos.
- Tabla 17. Prueba de muestras relacionadas - Grupo escolar: prueba inicial y prueba final.
- Tabla 18. Distribución de estudiantes de acuerdo con cada VI y sus valores.
- Tabla 19. Valor de la media y desviación estándar por cada VI y por cada valor en la prueba de logro de aprendizaje final.
- Tabla 20. Valor de la media y desviación estándar en las diferentes pruebas de logro de aprendizaje por cada VI y sus valores.
- Tabla 21. ANCOVA: Logro de aprendizaje final y personalización controlada por el sistema y por el usuario.
- Tabla 22. Distribución de estudiantes de acuerdo con el estilo cognitivo.
- Tabla 23. Medias de la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con el estilo cognitivo.
- Tabla 24. ANCOVA: Logro de aprendizaje final y estilo cognitivo.
- Tabla 25. Distribución de estudiantes de acuerdo con cada VI y sus valores en relación con el estilo cognitivo.
- Tabla 26. Medias de la prueba de logro de aprendizaje final de acuerdo con cada VI y sus valores en relación con el estilo cognitivo.
- Tabla 27. Estilo cognitivo DC -IC y aprobación prueba de logro final.
- Tabla 28. ANCOVA: Efecto en el logro de aprendizaje de la personalización controlada por el sistema y por el usuario, y estilo cognitivo.
- Tabla 29. Valor de la media y desviación estándar por cada VI y



por cada valor - cuestionario de percepción sobre el AEDP.

- Tabla 30. Media, valor porcentual y desviación - cuestionario de percepción sobre el AEDP.
- Tabla 31. ANOVA: Percepción sobre el AEDP y personalización controlada por el sistema y por el usuario.
- Tabla 32. Estilo cognitivo DIC- valor de media, valor porcentual y desviación estándar - cuestionario de percepción sobre el AEDP.
- Tabla 33. Análisis de varianza de un factor: Percepción sobre el AEDP y estilo cognitivo.
- Tabla 34. Estilo cognitivo – valor de media y DE del cuestionario en cada valor de cada VI.
- Tabla 35. ANOVA: Efecto de la personalización controlada por el sistema y por el usuario, y estilo cognitivo en la percepción sobre el AEDP.
- Tabla 36. Distribución de estudiantes de acuerdo con la coincidencia y discordancia estilística en cada componente de personalización y estilo cognitivo.
- Tabla 37. Distribución de estudiantes: valores medios y desviación estándar de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.
- Tabla 38. Distribución de estudiantes de acuerdo con la coincidencia o discordancia estilística en cada componente de personalización y estilo cognitivo.
- Tabla 39. Distribución de estudiantes y valores de media y desviación estándar de acuerdo con la cantidad de coincidencias estilísticas.



## Referencias

- Aguirre, E. (1997). *Enfoques teóricos contemporáneos en psicología*. Bogotá: UNAD.
- Ahmad, N. (2014). *Users' trust in open learner models* (Tesis Doctoral). University of Birmingham, Inglaterra.
- Akbulut, Y. y Cardak C. (2012). Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011. *Computers & Education*, 58(2), 835–842.
- Akdemir, O. y Koszalka, T. A. (2008). Investigating the relationships among instructional strategies and learning styles in online environments. *Computers & Education*, 50(4), 1451-1461.
- Altun, A. (2016). Understanding Cognitive Profiles in Designing Personalized Learning Environments. En B. Gros, Kinskuk, M. Maina (Eds), *The Future of Ubiquitous Learning* (259-271). Berlín: Springer.
- Anthony, P., Joseph, N. E., y Ligadu, C. (2013). Learning how to program in c using adaptive hypermedia system. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(2), 151-155.
- Barragán, P. (2008). *Una propuesta de incorporación de los estilos de aprendizaje a los modelos de usuario en sistemas de enseñanza adaptativos* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Barria-Pineda, J., Guerra-Hollstein, J., y Brusilovsky, P. (2018, July). A Fine-Grained Open Learner Model for an Introductory Programming Course. En *Proceedings of the 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 53-61). ACM.
- Barton, R., y Foster, J. (2016, July). Is a Virtual Learning Environment a One-Size-Fits-All Solution? A Survey of Cognitive Styles Within a University Student Population. En *International Workshop on Learning Technology for Education Challenges* (pp. 301-308). Springer, Cham.

- Beckmann, J., Bertel, S., y Zander, S. (2015). Performance y Emotion-  
-A Study on Adaptive E-Learning Based on Visual/Verbal Learning  
Styles. *International Association for Development of the Information  
Society*.
- Berlanga, A y García, F. (2004). Sistemas hipermedia adaptativos en  
el ámbito de la educación. *Informe Técnico DPTOIA-IT-2004-001*.  
Universidad de Salamanca
- Bicherova, E. N. (2017). Dependence of success in foreign language  
acquisition at primary school age on reaction type and cognitive  
control. *Psychology in Russia*, 10(4), 44.
- Bodily, R., Kay, J., Aleven, V., Jivet, I., Davis, D., Xhakaj, F., y Verbert,  
K. (2018, March). Open learner models and learning analytics  
dashboards: a systematic review. En *Proceedings of the 8th international  
conference on learning analytics and knowledge* (pp. 41-50). ACM.
- Brown, E., Brailsford, T., Fisher, T., Moore, A., y Ashman, H. (2006,  
May). Reappraising cognitive styles in adaptive web applications. En  
*Proceedings of the 15th international conference on World Wide Web*  
(pp. 327-335). ACM.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia.  
*User modeling and user-adapted interaction*, 6, 87-129.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User  
Adapted Interaction* 11, 87-110.
- Brusilovsky, P. (2003). Developing adaptive educational hypermedia  
systems: from design models to authoring tools. En *Authoring  
tools for advanced technology Learning Environments* (pp.377-  
409). Recuperado de [http://www.pitt.edu/~peterb/papers/  
KluwerAuthBook.pdf](http://www.pitt.edu/~peterb/papers/KluwerAuthBook.pdf).
- Brusilovsky, P. (2012). *Adaptive hypermedia for education and training*.  
*Adaptive technologies for training and education*, 46, 46-68.
- Brusilovsky, P., y Milan, E. (2007). User models for adaptive hypermedia  
and adaptive educational systems. En P. Brusilovsky, A. Kobsa, y

- W. Nejdl (Eds.), *The adaptive web. Methods and strategies of web personalization*. LNCS 4321, (pp. 3-53). Berlín: Springer-Verlag.
- Buendía Eisman, L., Colás Bravo, M., y Hernández Pina, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill.
- Bull, S., y Kay, J. (2010). Open learner models. In *Advances in intelligent tutoring systems* (pp. 301-322). Berlín: Springer.
- Cabas, N. (2014). *Estudio comparativo entre los resultados académicos de estudiantes que interactúan con un ambiente virtual colaborativo y los estudiantes que interactúan en un ambiente virtual sin estrategia colaborativa para el aprendizaje de la programación estructurada en relación con los estilos de aprendizaje* (Tesis Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J., y Llorente Cejudo, M. D. C. (2016). Technology acceptance model y realidad aumentada: estudio en desarrollo. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2), 18-26.
- Cabero Almenara, J., y Pérez Díez de los Ríos, J. L. (2018). Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales. *Estudios sobre Educación*, 34, 129-153.
- Cabeza, A. (2011). Individualización del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Pedagogía Magna*, (11), 8-13.
- Castañeda, L., & Adell, A. S. (Eds.). (2013). *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Chang, Y. H., Chen, Y. Y., Chen, N. S., Lu, Y. T., y Fang, R. J. (2016). Yet another adaptive learning management system based on Felder and Silverman's learning styles and Mashup. *Eurasia Journal of Mathematics, Science y Technology Education*, 12(5).
- Chen, S. Y. y 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.

- Chen, S. Y. y Macredie, R. (2010). Web-based interaction: A review of three important human factors. *International Journal of Information Management*, 30(5), 379-387.
- Chen, S. Y., Huang, P. R., Shih, Y. C., y Chang, L. P. (2013). Investigation of multiple human factors in personalized learning. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 119-141. DOI: 10.1080/10494820.2013.825809.
- Chen, S. Y., y Macredie, R. D. (2004). Cognitive modelling of student learning in web-based instructional programs. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 17(3), 375-402.
- Chen, S.Y. y Liu, X. (2009). Mining students' learning patterns and performance in Web-based instruction: a cognitive style approach. *Interactive Learning Environments*, 19(2), 179-192.
- Chookaew, S., Panjaburee, P., Wanichsan, D., y Laosinchai, P. (2014). A personalized e-learning environment to promote student's conceptual learning on basic computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 815-819.
- Chrysafiadi, K., y Virvou, M. (2013). Student modeling approaches: A literature review for the last decade. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4715-4729.
- Cobaleda, L., y Duitama, F. (2013). Personalización de contenidos en sistemas hipermedia educativos adaptativos: una revisión. *Revista Facultad de Ingeniería*, (50), 217-226.
- Corbalan, G., Kester, L., y Van Merriënboer, J. J. (2008). Selecting learning tasks: Effects of adaptation and shared control on learning efficiency and task involvement. *Contemporary Educational Psychology*, 33(4), 733-756.
- Corbalan, G., Kester, L., y Van Merriënboer, J. J. (2009). Dynamic task selection: Effects of feedback and learner control on efficiency and motivation. *Learning and Instruction*, 19(6), 455-465.
- Cristea, A., y Garzotto, F. (2004). Designing patterns for adaptive or adaptable educational hypermedia: a taxonomy. En *EdMedia+*

- Innovate Learning* (pp. 808-813). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Cristea, A., y Stewart, C. (2006). Authoring of adaptive hypermedia. En *Advances in web-based education: Personalized learning environments* (pp. 225-252). IGI Global.
- Curry, L. (1987). *Integrating concepts of cognitive of learning style: A review with attention to psychometric standards*. Ottawa: Canadian College of Health Services Executives.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., y Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace 1. *Journal of applied social psychology*, 22(14), 1111-1132.
- De Bra, P. (1998). Adaptive hypermedia on the Web: Methods, technology and applications. En *Proceedings of the WebNet 98 Conference* (pp. 220-225). Fl., USA: AACE.
- De Bra, P. (1999, May). Design issues in adaptive web-site development. En *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW* (pp. 29-39). Recuperado de <http://www.win.tue.nl/~debra/asum99/debra/debra.html>
- De Bra, P. (2017, July). After Twenty-Five Years of User Modeling and Adaptation... What Makes us UMAP?. En *Proceedings of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 1-1). ACM.
- De Bra, P., Houben, G. J., & Wu, H. (1999, February). AHAM: a Dexter-based reference model for adaptive hypermedia. En *Proceedings of the tenth ACM Conference on Hypertext and hypermedia: returning to our diverse roots: returning to our diverse roots* (pp. 147-156). ACM.
- Del Río, L. S. D., Búcarí, N. D., & Sanz, C. V. (2016, September). Uso de recursos hipermediales para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. En *II Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*.

- Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., y Krčo, S. (2012). Providing adaptivity in Moodle LMS courses. *Educational Technology y Society*, 15(1), 326-338.
- Dhakshinamoorthy, A., y Dhakshinamoorthy, K. (2019). KLSAS—An adaptive dynamic learning environment based on knowledge level and learning style. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(2), 319-331.
- Di Bitonto, P., Roselli, T., Rossano, V., y De Serio, C. (2011, August). *Using the SCORM Standard to Build Adaptive Content Packages in RELOAD*. En *DMS* (pp. 222-227).
- Doukakis, D., Tsaganou, G., y Grigoriadou, M. (2007). Using animated interactive analogies in teaching basic programming concepts and structures. En *Proceedings of the ACM Conference on the State of Informatics Education Europe II, Thessaloniki, Greece* (pp. 257-265).
- Drissi, S., y Amirat, A. (2016). An adaptive E-learning system based on student's learning styles: An empirical study. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 14(3), 34-51.
- EduTEKA. (2009). *Programación en la Educación Escolar*. Recuperado de <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=9yidSubX=270>
- El-Bishouty, M. M., Aldraiweesh, A., Alturki, U., Tortorella, R., Yang, J., Chang, T. W., ... y Kinshuk (2018). Use of Felder and Silverman learning style model for online course design. *Educational Technology Research and Development*, 67(1), 161-177.
- Espinosa-Ríos, E. A. (2017). Diseño e implementación de una hipermedia educativa para el mejoramiento del aprendizaje del concepto sustancia. *Entramado*, 13(1), 172-185
- Evans, C., & Cools, E. (2011). New directions with styles research: Applying styles research to educational practice. *Learning and Individual Differences*, 21(3), 249-254. doi:10.1016/j.lindif.2010.11.009
- Evans, C., y Waring, M. (2011). Student teacher assessment feedback preferences: the influence of cognitive styles and gender. *Learning and Individual Differences*, 21(3), 271-280.



- Filippidis, S. K., y Tsoukalas, I. A. (2009). On the use of adaptive instructional images based on the sequential–global dimension of the Felder–Silverman learning style theory. *Interactive Learning Environments*, 17(2), 135-150.
- Fontes de García, García-Gallego, Quintanilla-Cobián, Rodríguez-Fernández, Rubio de Lemus y Sarriá-Sánchez (2015). *Fundamentos de investigación en psicología*. Madrid: UNED.
- Ford, N., y Chen, S. Y. (2000). Individual differences, hypermedia navigation and learning: an empirical study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9(4), 281–312.
- Ford, N., y Chen, S. Y. (2001). Matching/mismatching revisited: an empirical study of learning and teaching styles. *British Journal of Educational Technology*, 32(1), 5–22.
- Francesc Pedró. (2016, Noviembre). Tecnología, innovación educativa y evaluación de los aprendizajes. *XIX Congreso EDUTECH 2016*. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Gamalel-Din, S. A. (2010). Smart e-Learning: A greater perspective; from the fourth to the fifth generation e-learning. *Egyptian Informatics Journal*, 11(1), 39-48.
- García Hoz, V. (1988). *Tratado de educación personalizada*. La práctica de la educación personalizada. Madrid: Ediciones RIALP, S.A.
- García, I., y López, C., (2011). Los recursos de aprendizaje. En: B. Gros (Ed.). *Evolución y retos de la educación virtual*. Construyendo el e-Learning del siglo XXI. Barcelona, España: Editorial UOC.
- García, Mercedes. (1997). Educación adaptativa. *Revista de Investigación Educativa*. 15(2), 247-271.
- García-Ramos, J. M. (1989). *Los estilos cognitivos y su medida: estudios sobre la dimensión dependencia-independencia de campo* (Vol. 31). Madrid: Centro de publicaciones del ministerio de educación y ciencia.
- Garzotto, F., Retalis, S., Papasalouros, A., y Siassiakos, K. (2004). Patterns for designing adaptive/adaptable educational *hypermedia*.

- Advanced Technology for Learning*, 1(4), 23-38.
- González y Blanco (2012). Sistemas de hipermedia adaptativa en un entorno educativo. COFIN HABANA, 2(2), 62-71.
- Graff, M. (2003). Learning from web-based instructional systems and cognitive style. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 407-418.
- Graf, S. (2007). *Adaptivity in learning management systems focussing on learning styles* (Tesis Doctoral). Vienna University of Technology, Viena, Austria.
- Graf, S., Liu, T. C., Kinshuk, Chen, N. S., y Yang, S. J. H. (2009). Learning styles and cognitive traits—their relationship and its benefits in web-based educational systems. *Computers in Human Behavior*, 25(6), 1280-1289.
- Graf, S., y Kinshuk. (2007). Providing adaptive courses in learning management systems with respect to learning styles. En G. Richards (Ed.), *Proceedings of the world conference on e-learning in corporate, government, healthcare, and higher education* (e-Learn) (pp. 2576-2583). Chesapeake, VA: AACE Press.
- Graff, M. (2003). Learning from web-based instructional systems and cognitive style. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 407-418.
- Grimón, F. Guevara, M. y Monguet, J. (2010). Influencia de usar un Sistema de Hipermedia Adaptativo (SHA) en la modalidad de Aprendizaje Combinado (Blended Learning). *Revista Anales Universidad Metropolitana*, 10(1), 93-112.
- Gros, B. (1995). *Teorías cognitivas de enseñanza y aprendizaje*. Barcelona: EUB.
- Gros, B. (1997). *Diseños y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software*. Barcelona: Ariel Educación, S. A.
- Gros, B. (2015). La caída de los muros del conocimiento en la sociedad digital y las pedagogías emergentes. *Education in the Knowledge Society*, 16 (1), 58-68.

- Gros, B. (2016). The dialogue between emerging pedagogies and emerging technologies. En: B. Gros, Kinskuk, M. Maina (Ed.). *The Future of Ubiquitous Learning* (pp. 3-23). Berlín: Springer.
- Grupo de estilos cognitivos (2013a). *Tabla de definiciones de estilo cognitivo*. [Documento de trabajo]. Curso virtual: Estilos cognitivos. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grupo de estilos cognitivos (2013b). *Estilos de aprendizaje*. [Documento de trabajo]. Curso virtual: Estilos cognitivos. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grupo de estilos cognitivos (2013c). *Algunas dimensiones de estilos cognitivos, estilos de aprendizaje y preferencias estilísticas*. [Documento de trabajo]. Curso virtual: Estilos cognitivos. Universidad Pedagógica Nacional.
- Grupo estilos cognitivos (2013d). *Presentación. Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-Dependencia de Campo –Definición, orígenes e implicaciones para la educación*. [Documento de trabajo]. Curso virtual: Estilos cognitivos. Universidad Pedagógica Nacional.
- Guerra, A. (2012). *Sistema hipermedia adaptativo basado en agentes inteligentes para soporte a la educación semipresencial* (Tesis Doctoral). Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Guisande, M. A., Páramo, M. F., Tinajero, C., y Almeida, L. S. (2007). Field dependence-independence (FDI) *cognitive style: An analysis of attentional functioning*. *Psicothema*, 19(4).
- Güyer, T., & Çebi, A. (2015). Content Analysis of Studies Conducted on Adaptive Educational Hypermedia Environments in Turkey. *Education & Science/Egitim ve Bilim*, 40(178).
- Hall J. K. (2000). *Field dependence-independence and computer-based instruction in geography* (Tesis Doctoral). Virginia, Estados Unidos.
- Hederich, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo: Influencias culturales e implicaciones para la educación* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

- Hederich, C. (2013). Estilística educativa. *Revista colombiana de Educación*, 64, 21-5
- Hederich, C. y Camargo, Á. (1999). *Estilos cognitivos en Colombia. Resultados en cinco regiones culturales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Colciencias.
- Hederich, C., Gravini, M., y Camargo, A. (2011). El estilo y la enseñanza: Un debate sobre cómo enfrentar las diferencias individuales en el aula de clase. En Roig Vila, R., y Laneve, C. (Eds.). *La práctica educativa en la sociedad de la información. Innovación a través de la investigación*. (pp. 213-222). Alcoy - Brescia: Marfil y La Scuola Editrice.
- Hederich, C., y Camargo, A. (2000a). Estilo cognitivo y logro académico en la Ciudad de Bogotá. *Revista colombiana de educación*, 40(41), 110-131.
- Hederich, C., y Camargo, A. (2000b). *Estilo cognitivo en la educación. Itinerario educativo*, 36, 43-74.
- Hederich, C., y Camargo, A. (2015). Cognitive style and educational performance. The case of public schools in Bogotá, Colombia. *Educational Psychology*, 36(4), 719-737. doi:10.1080/01443410.2015.1091916
- Hernández, A. (2014). La dimensión de independencia y dependencia de campo en educación: una revisión bibliométrica (2003-2013). *Revista Colombiana de Educación*. 66, 149-170.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huang, Y. M., Hwang, J. P., y Chen, S. Y. (2016). Matching/mismatching in web-based learning: a perspective based on cognitive styles and physiological factors. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1198-1214.
- Hwang, G. J., Sung, H. Y., Hung, C. M., y Huang, I. (2013). A Learning Style Perspective to Investigate the Necessity of Developing Adaptive Learning Systems. *Educational Technology y Society*, 16(2), 188-197.

- Jonassen, D. H., y Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of individual differences, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jong, B. S., Chen, C. M., Chan, T. Y., Hsia, Y. T., y Lin, T. W. (2012). *Applying learning portfolios and thinking styles to adaptive remedial learning*. *Computer Applications in Engineering Education*, 20(1), 45-61.
- Kagan, J. (1966). Reflection-impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71, 17-24.
- Kay, J. (2001). Learner control. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(1-2), 111-127.
- Kay, J. (2014). *UM99 User Modeling: Proceedings of the Seventh International Conference* (Vol. 407). Springer.
- Kay, J., y Kummerfeld, B. (2012). Creating personalized systems that people can scrutinize and control: Drivers, principles and experience. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 2(4), 24.
- Kim, J., Lee, A., y Ryu, H. (2013). Personality and its effects on learning performance: Design guidelines for an adaptive e-learning system based on a user model. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(5), 450-461.
- Kirschner, P. A., y Van Merriënboer, J. (2008). *Ten steps to complex learning a new approach to instruction and instructional design*.
- Kirschner, P. A., y Van Merriënboer, J. J. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational psychologist*, 48(3), 169-183.
- Kolekar, S. V., Pai, R. M., y MM, M. P. (2019). Rule based adaptive user interface for adaptive E-learning system. *Education and Information Technologies*, 24(1), 613-641.
- Kopcha, T. J., y Sullivan, H. (2008). Learner preferences and prior knowledge in learner-controlled computer-based instruction.

- Educational Technology Research and Development*, 56(3), 265-286.
- Kozhevnikov, M. (2007). Cognitive styles in the context of modern psychology: toward an integrated framework of cognitive style. *Psychological bulletin*, 133(3), 464.
- Ku, O., Hou, C. C., y Chen, S. Y. (2016). Incorporating customization and personalization into game-based learning: A cognitive style perspective. *Computers in Human Behavior*, 65, 359-368.
- Lamia, M. y Tayeb, L. M. (2013). Thinking styles in an intelligent and adaptive e-learning hypermedia tool. *Intelligent Decision Technologies*, 7 (4), 265-277.
- Lee, C.H.M., Cheng, Y.W., Rai, S. y Depickere, A. (2005). What affect student cognitive style in the development of hypermedia learning system?. *Computers y Education*, 45, 1-19.
- Légrand, L. (1973). *La différenciation de la pédagogie*, París, Scarabée.
- Lin, H., y Chen, L. (2008). Discovering learning pattern in different cognitive style of learners. *Proceedings of the Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, 2, 268-273
- Lizcano, A., y Jaime, R. (2008). *Procesos evaluativos en el desarrollo de competencias de diseño en ingeniería de sistemas*. Recuperado de [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/articles-178627\\_ponen5.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/articles-178627_ponen5.pdf).
- López, O. (2010). *Aprendizaje autorregulado, estilo cognitivo y logro académico en ambientes computacionales* (Tesis Doctoral). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- López, O., Hederich, C., Camargo, A. (2011). *Estilo cognitivo y logro académico*. *Educación y Educadores*, 14(1).
- López, O., Hederich, C., Camargo, A. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista latinoamericana de psicología*, 44(2), 13-26.

- Lozano, A. (2001) Estilos de aprendizaje y su enseñanza. *Un panorama de la estilística educativa*. México: Editorial Trillas.
- Mampadi, F. y Mokotedi, P. (2012). Towards effective combination of prior knowledge and cognitive styles in adaptive educational hypermedia systems. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 7(3), 11-18.
- Mampadi, F., Chen, S. Y., Ghinea, G., y Chen, M. P. (2011). Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach. *Computers & Education*, 56(4), 1003-1011.
- Mampadi, F., Chen, S., y Ghinea, G. (2009, July). The effects of prior knowledge on the use of adaptive hypermedia learning systems. En *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 156-165). Berlín: Springer.
- Marković, M. G., Kadoić, N., y Kovačić, B. (2018). Selection and prioritization of adaptivity criteria in intelligent and adaptive hypermedia e-learning systems. *TEM Journal*, 7(1), 137.
- Marković, S., Jovanović, Z., Jovanović, N., Jevremović, A., y Popović, R. (2013). Adaptive distance learning and testing system. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(S1), E2-E13.
- Martínez, F. (2004). La educación, la investigación educativa y la psicología. En Castañeda, S. (Coord.) y Ramos, M. (Ed.) *Educación, aprendizaje y cognición: teoría en la práctica: La educación* (3-13). Bogotá: Manual Moderno.
- Martínez, J., Sanabria, L. B., y López, O. (2016). Relationships between learning achievement, self-monitoring, cognitive style, and learning style in medical students. *Praxis y Saber*, 7(14), 141-164.
- Messick, S. (1976). Personality consistencies in cognition and creativity. En S. Messick (Ed.), *Individuality in learning* (pp. 4-23). San Francisco: Jossey-Bass.
- Messick, S. (1982). Cognitive styles in educational practice. *ETS Research Report Series*, 1982(1), 1-30.

- Messick, S. (1993). The matter of style: manifestations of personality in cognition, learning, and teaching. *ETS Research Report Series*, 1993(2), 1-6.
- Ministerio de Educación cultura y Deporte de España. (2008). *Aprender a programar... ¿desde pequeños?*. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/software/programacion/593-rafael-alba>
- Miranda-Pinto, M. S. (2016). Desafíos de Programación y Robótica en Educación Preescolar: Proyecto Kids Media Lab. En: Roig-Vila, R. (Ed.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 1848-1855). Barcelona: Octaedro.
- Moreno, G. (1998) El desarrollo de habilidades como objetivo educativo. Una aproximación conceptual. *Revista Educar*, 6.
- Nakic, J., Granic, A., y Glavinic, V. (2015). Anatomy of student models in adaptive learning systems: A systematic literature review of individual differences from 2001 to 2013. *Journal of Educational Computing Research*, 51(4), 459-489.
- Niño-Ramos, M. (2010). *Ambientes b-learning basados en analogías para el aprendizaje de la programación orientada por objetos* (Tesis Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Niño-Ramos, M. (2016). La personalización de ambientes educativos digitales basados en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Una revisión sistemática sobre su eficacia y percepción. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* (RELATEC), 15(3), 141-154.
- Oppermann, R. (1994a). Adaptively supported adaptability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 40(3), 455-472.
- Oppermann, R. (1994b). *Adaptive user support: ergonomic design of manually and automatically adaptable software*. Routledge.
- Oppermann, R., Rashev, R., and Kinshuk. (1997). Adaptability and Adaptivity in Learning Systems. En A. Behrooz (Ed.), *Proceedings of the International Conference on Knowledge Transfer*. London, Pace, Vol. 2, pp. 173-179.



- Ortigosa, A., Bravo, J., Carro, R. y Martín, E. (2010). Entornos de aprendizaje móviles adaptativos y evaluación: comole y geses. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 13.2, 167-207.
- Özyurt, Ö., Özyurt, H., Baki, A., y Güven, B. (2013). Integration into mathematics classrooms of an adaptive and intelligent individualized e-learning environment: Implementation and evaluation of UZWEBMAT. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 726-738.
- Özyurt, Ö., y Özyurt, H. (2015). Learning style based individualized adaptive e-learning environments: Content analysis of the articles published from 2005 to 2014. *Computers in Human Behavior*, 52, 349-358.
- Papanikolaou, K. A., Mabbott, A., Bull, S., & Grigoriadou, M. (2006). Designing learner-controlled educational interactions based on learning/cognitive style and learner behaviour. *Interacting with computers*, 18(3), 356-384.
- Papanikolaou, K. A., y Grigoriadou, M. (2008). Building an instructional framework to support learner control in adaptive educational systems. En *End-User Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 579-593). IGI Global.
- Papoušek, J., y Pelánek, R. (2017, July). Should We Give Learners Control Over Item Difficulty?. En *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 299-303). ACM.
- Páramo, P. (2008). *La Investigación en Ciencias Sociales: Técnicas de recolección de la información*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Pascual-Leone, J. (1995). Learning and development as dialectical factors in cognitive growth. *Human Development*, 38(6), 338-348.
- Pask, G. (1976). Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 128-148.
- Pérez, E. (2013). *Ambiente b-learning basado en una estrategia didáctica autorregulada para fortalecer el logro académico de*

- estructuras de decisión a partir de objetos de aprendizaje conceptuales y procedimentales* (Tesis Maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Phobun, P., y Vicheanpanya, J. (2010). Adaptive intelligent tutoring systems for e-learning systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4064-4069.
- Popescu, E. (2010). Adaptation provisioning with respect to learning styles in a Web-based educational system: an experimental study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(4), 243-257.
- Prieto, M. (2006). *METHADIS: metodología para el diseño de sistemas hipertexto adaptativos para el aprendizaje, basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos* (Tesis Doctoral). Universidad de Salamanca, España.
- Ramiro, P., Navarro, J., Menacho, I. y Aguilar, M. (2010). Estilo cognitivo reflexividad-impulsividad en escolares con alto nivel intelectual. *Revista Latinoamericana de Psicología*. Vol. 42 No.2.
- Roman-González, M. R. (2016). *Codigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España.
- Sampson, D., Karagiannidis, C. y Kinshuk (2002). Personalised Learning: Educational, Technological and Standardisation Perspective. *Interactive Educational Multimedia*, (4), 24-39.
- Saracho, O. (2003). Matching teachers' and students' cognitive styles. *Early Child Development and Care*, 173(2-3), 161-173.
- Sawa, H. (1966). Analytic thinking and synthetic thinking. *Bulletin of Faculty of Education, Nagasaki University*, 13, 1-16.
- Schiaffino, S., Garcia, P., y Amandi, A. (2008). eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students. *Computers & Education*, 51(4), 1744-1754.

- Schunk, D. H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México. Pearson educación.
- Selwyn, N. (2016 Octubre). Is Technology Good for Education?. *Encuentros Barcelona 2016*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.
- Siadaty, M., y Taghiyareh, F. (2007, July). PALS2: Pedagogically adaptive learning system based on learning styles. En *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007)* (pp. 616-618).
- Solano, L. O. (2015). *Rendimiento académico de los estudiantes de secundaria obligatoria y su relación con las aptitudes mentales y las actitudes ante el estudio* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Educación a Distancia, España.
- Surjono, H. D. (2015). The Effects of Multimedia and Learning Style on Student Achievement in Online Electronics Course. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(1), 116-122.
- Tinajero, C. y Páramo, M (1998). Field dependence-independence in second-language acquisition: Some forgotten aspects. *Spanish Journal of Psychology*, 1 (1), 32-38.
- Tinajero, C., Castelo, A., Guisande, A., y Páramo, F. (2011). Adaptive teaching and field dependence-independence: Instructional implications. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 43(3), 497-510.
- Tinajero, C., Lemos, S. M., Araújo, M., Ferraces, M. J., y Páramo, M. F. (2012). Cognitive style and learning strategies as factors which affect academic achievement of brazilian university students. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(1), 105-113.
- Tinajero, C., y Páramo, M. (2013). El estilo cognitivo dependencia-independencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 57-78. <https://doi.org/10.17227/01203916.64rce57.78>
- Tourón, J., (2013). *Personalización del aprendizaje* [video]. Recuperado de <http://www.javiertouron.es/2013/12/personalizacion-diferenciacion.html>

- Triantafyllou, E., Pomportsis, A., Demetriadis, S., Georgiadou, E. (2004). The value of adaptivity based on cognitive style: An empirical study. *British Journal of Educational Technology*, 35, 95-106.
- Triantafyllou, E., Pomportsis, A., y Demetriadis, S. (2003). The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles. *Computers & Education*, 41, 87-103.
- Truong, H. M. (2016). Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*, 55, 1185-1193.
- Tsandilas, T., & Schraefel, M. C. (2004). Usable adaptive hypermedia systems. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 10(1), 5-29.
- Tseng, J. C., Chu, H. C., Hwang, G. J., y Tsai, C. C. (2008). Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information. *Computers & Education*, 51(2), 776-786.
- Tsianos, N., Germanakos, P., Lekkas, Z., y Mourlas, C. (2009). Individual differences in Adaptive educational hypermedia: the effect of cognitive style and visual working memory. In *Cognitive and Emotional Processes in Web-Based Education: Integrating Human Factors and Personalization* (pp. 147-163). IGI Global.
- Tsianos, N., Lekkas, Z., Germanakos, P., Mourlas, C. y Samaras, G. (2009). An experimental assessment of the use of cognitive and affective factors in adaptive educational hypermedia. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2(3), 249-258.
- Tsortanidou, X., Karagiannidis, C., y Koumpis, A. (2017). Adaptive educational hypermedia systems based on learning styles: The case of adaptation rules. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 12(05), 150-168.
- Tsortanidou, X., Karagiannidis, C., y Koumpis, A. (2018). Role and Value of Learning Theories in the Area of Adaptive Educational Hypermedia Systems Incorporating Learning Styles. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 13(1), 93-108.

- Unesco. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICs en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Oficina de Santiago. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticesp.pdf>
- Van Gorp, M.J. y Grissom, S. (2001). An Empirical Evaluation of Using Constructive Classroom Activities to Teach Introductory Programming. *Computer Science Education*, 11(3), 247-260.
- Van Merriënboer, J. (2016). How People Learn. En Rushby, N., y Surry, D. (Eds). *Wiley Handbook of Learning Technology*. John Wiley y Sons.
- Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., y De Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational technology research and development*, 50(2), 39-61.
- Van Merriënboer, J. J., y Kester, L. (2005). The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 71-93.
- Van Merriënboer, J., y Kirschner, P. A. (2011). *Diez pasos para el aprendizaje complejo: Un acercamiento sistemático al diseño instruccional de los cuatro componentes*. Universidad veracruzana. Lawrence Erlbaum Associates.
- Vandewaetere, M., y Clarebout, G. (2011). Can instruction as such affect learning? The case of learner control. *Computers & Education*, 57(4), 2322-2332.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., y Davis, F. D. (2003). *User acceptance of information technology: Toward a unified view*. *MIS quarterly*, 425-478.
- Venkatesh, V., y Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.
- Villalobos, J., Casallas, R. y Marcos, K. (2005) *El Reto de Diseñar un Primer Curso de Programación de Computadores*. Bogotá: Universidad De Los Andes. Recuperado de <http://cupi2.uniandes.edu.co/inicio.php>.

- W3C Consorcio World Wide Web. (2014). *W3C España*. Recuperado de <http://www.w3c.es/>
- Wang, H. C., Li, T. Y., y Chang, C. Y. (2006). A web-based tutoring system with styles-matching strategy for spatial geometric transformation. *Interacting with Computers*, 18(3), 331-355.
- Wang, P., Hawk, W. B., y Tenopir, C. (2000). Users' interaction with world wide web resources: An exploratory study using a holistic approach. *Information Processing y Management*, 36, 229-251.
- Wang, Y. H., y Liao, H. C. (2011). Adaptive learning for ESL based on computation. *British Journal of Educational Technology*, 42(1), 66-87.
- White, G. (2006). Visual Basic programming impact on cognitive development of college students. *Journal of Information Systems Education*, 17(4), 421.
- White, G., y Ploeger, F. (2004). Cognitive characteristics for learning visual basic. *Journal of Computer Information Systems*, 44(3), 58-66.
- Witkin, H. A. (1973). The role of cognitive style in academic performance and in teacher-student relations. *ETS Research Bulletin Series*, 1973(1), i-58.
- Witkin, H. y Goodenough, D. (1981) *Estilos Cognitivos Naturaleza y orígenes*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Wu, H., De Kort, E., y De Bra, P. (2001, September). Design issues for general-purpose adaptive hypermedia systems. En *Proceedings of the 12th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia* (pp. 141-150).
- Yang, T.C., Hwang, G.-J., y Yang, S. J.-H. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Educational Technology & Society*, 16 (4), 185-200.
- Zualkernan, I. A. (2016). Personalized Learning for the Developing World. In *The Future of Ubiquitous Learning* (pp. 241-258). Berlín: Springer.

Zulfiani, Z., Suwarna, I. P., y Miranto, S. (2018). Science education adaptive learning system as a computer-based science learning with learning style variations. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 711-727.



La personalización de los Ambientes Educativos Digitales (AED) es un área que cobra cada vez más importancia en el ámbito educativo, dado que permite priorizar las características individuales de los estudiantes, particularmente en la educación primaria. Específicamente, esta investigación aporta pautas en relación con el diseño y el desarrollo de los AEDP; contribuye con evidencia sobre la incidencia del control de la personalización a cargo del sistema y del usuario, en el logro de aprendizaje y las percepciones de los estudiantes acerca del AEDP.

La temática abordada en este estudio enriquece la investigación en educación y en las tecnologías de la información y las comunicaciones aportando directrices para mejorar la calidad educativa.