



Revista de Estilos de Aprendizaje / Journal of Learning Styles

ISSN: 1988-8996 / ISSN: 2332-8533

Dominancia cerebral y estilos de aprendizaje: un software para la adaptación de contenidos

Víctor Ortiz Bravo

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

bravo.ortiz@uniminuto.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-5574-4280>

Manuel Nieto Arias

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

manieto@utp.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-0633-4779>

Recibido: 27 de enero de 2020 / Aceptado: 18 de marzo de 2020

Resumen

En el presente trabajo se muestra una metodología apoyada en las Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para analizar los estilos de aprendizaje que tienen los estudiantes. Este proceso se realiza a partir del desarrollo de un software que posee la capacidad de ajustar los contenidos según la dominancia cerebral de cada usuario, lo que corresponde a elementos fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos y principios básicos de electricidad. Se verifica si al personalizar los contenidos según las dominancias cerebrales se puede lograr una mejor aprehensión de la electricidad. Se obtuvo como resultado de la investigación cuasi-experimental un incremento en el rendimiento académico del grupo experimental sobre el grupo control, basada en la teoría del cerebro triádico propuesta por Waldemar de Gregori.

Palabras clave: Dominancia cerebral; electricidad; estilos de aprendizaje; sistemas de hipermedia adaptativa; software.

(en) Brain dominance and learning styles: a software for content adaptation

Abstract

This paper shows a methodology based on Information and Communication Technologies (TIC) to analyze the learning styles of the students. This process is carried out based on the development of software that has the ability to adjust the contents according to the cerebral domain of each user, which corresponds to fundamental elements in the teaching-learning process of the basic concepts and principles of electricity. It is verified that customizing the contents according to brain dominance a better apprehension of electricity can be achieved. As a

result of the quasi-experimental research, an increase in the academic performance of the experimental group over the control group was obtained, based on the theory of the triadic brain proposed by Waldemar de Gregori.

Keywords: Adaptive hypermedia systems; brain dominance; electricity; Learning styles; software.

Sumario. 1. Introducción. 2. Marco teórico. 2.1. Dominancia cerebral. 2.2. Estilos de aprendizaje. 2.3. Hipermedia adaptativo 3. Metodología. 3.1. Diseño y adecuación. 3.2. Descripción de la población. 3.3. Clasificación de los estudiantes a partir del RCMT. 4. Resultados. 5. Discusión. 6. Conclusiones. Referencias.

1. Introducción

Los procesos educativos que se desarrollan en la actualidad siguen basados en su gran mayoría en la transmisión de conocimientos, en donde el estudiante es un ente pasivo que solo se limita a recibir contenidos, esto no facilita una correcta apropiación por parte de los estudiantes de los conceptos y desempeños cognitivos esperados, ya que, estos solo memorizan las temáticas pero difícilmente están en la capacidad de contextualizarlo a su entorno, lo que se ve reflejado en los bajos niveles que han presentado los estudiantes cuando se evalúan a partir de pruebas censales, tanto nacionales (SABER) como internacionales (PISA), aunado a otras dificultades como: la falta de motivación de los estudiantes por aprender asignaturas correspondientes a las ciencias exactas y naturales, pocos recursos de aprendizaje apropiados para la enseñanza, incipiente capacitación del personal docente en metodologías pertinentes; todo lo anterior hace que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea poco efectivo. Por esto, es necesario nuevas formas de aprehensión de conocimientos a partir de estrategias orientadas a los estilos de aprendizaje, apoyados en herramientas multimediales que permiten automatizar el proceso para adaptar los contenidos de forma individual según la dominancia cerebral del individuo (Sevilla, 1995). De esta forma, el papel del docente será como mediador del conocimiento, no el centro del proceso educativo y así permitir al alumno desarrollar habilidades conceptuales e incrementar su motivación por la investigación y el desarrollo de un pensamiento racional (Hernández, 2001).

De esta manera verificar si el uso de la dominancia cerebral propuesta por De Gregori (1999) permite determinar cuál es el mejor estilo de aprendizaje que permite realizar una mejor comprensión de una temática específica.

En la actualidad se han desarrollado diferentes investigaciones que buscan validar la influencia de conocer previamente la dominancia cerebral de los estudiantes para potenciar su proceso de aprendizaje, como lo hacen Quintero, Sandoval y Árias (2014), que lograron comparar los resultados obtenidos del Revelador del Cociente Mental Triádico con el rendimiento académico de cada alumno, basado en la teoría de proporcionalidad cerebral triádica de Waldemar de Gregori (2002), que afirma, que los cerebros proporcionales tienen mayor facilidad para el aprendizaje, esta investigación concluye que los jóvenes con un cerebro proporcionado presentaron un mejor rendimiento académico.

En la investigación de Martínez y Gallego (2003), basada en los estilos de aprendizaje y el e-learning, analizaron cómo el uso de herramientas informáticas a través de un curso virtual en gestión de la calidad, junto con la teoría de estilos de aprendizajes de Honey y Mumford (1992), pueden potenciar el rendimiento académico. Para esto adaptaron los contenidos al estilo de aprendizaje de cada estudiante. Como resultado del estudio pudieron verificar que se obtuvo un mayor rendimiento académico, puesto que un 66% de los estudiantes afirmó, por medio de una encuesta aplicada por los investigadores, haber aprendido más con esta metodología utilizada.

Craveri y Anido (2008) en su investigación plantearon como a través de una herramienta computacional CAS (Computer Algebraic System) y adaptando los contenidos según la teoría de los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford (1992) potenciaron la comprensión de la matemática. Esta investigación obtuvo como resultado que el rendimiento académico mejoró con la utilización de esta herramienta y los estilos de aprendizaje. En conclusión, se determinó que la aplicación de los estilos de aprendizaje, sí mejora la conceptualización de las temáticas propuestas y las competencias en los estudiantes.

2. Marco teórico

2.1. Dominancia cerebral

Los seres humanos tenemos diferentes formas de entender nuestro entorno, es decir, no todos comprendemos la información de la misma manera, por ello no tenemos la misma percepción de las cosas. Para explorar estas diferencias que existen en nuestra forma de interactuar con el mundo nacen diferentes modelos que buscan determinar qué dominancia cerebral tiene cada individuo, lo que permite identificar la forma que tiene cada persona de adaptarse y convivir con su entorno y de esto dependerá como capta, piensa, decide y se comporta un individuo (Salas, 2008).

El modelo cerebral Tri-uno fue elaborado por Paul D. Maclean (1988), que permitió explicar cómo ha ido evolucionando el cerebro en el tiempo. El autor lo presenta como una estructura modular evolucionada e interconectada en tres niveles: el *Cerebro Reptílico* que fue el primero en desarrollarse y es el encargado de la supervivencia y está guiado por el instinto; el *Sistema Límbico* que ha sido el segundo en desarrollarse y está relacionado con las emociones, según Goleman (1996) es conocido también como cerebro emocional, que asegura la adaptación del individuo al medio social. Además, el sistema límbico también cumple la función de servir de conexión entre el cerebro reptílico y el neocórtex; finalmente el *Neocórtex* que representa la parte más evolucionada del cerebro y está encargada de todo el pensamiento de orden superior, responsable de la parte racional del individuo.

El modelo cerebral de Ned Herrmann (1991) busca determinar las preferencias en el funcionamiento mental y relacionarlo con los estilos de pensamiento y aprendizaje, estas predilecciones realizan una selección de la información que recibe el individuo basada en su dominancia cerebral. Para determinar los estilos de pensamiento, Herrmann diseñó un instrumento conocido como el *Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI)* (Herrmann, 1991). Consta de 120 preguntas y arroja como resultado el orden relativo de dominancia de pensamiento; además, características para aprender, comunicarse y tomar decisiones. El resultado del instrumento arroja las preferencias según los cuatro cuadrantes (A, B, C, D) que tienen características particulares. Una persona con dominancia del cuadrante A es lógica-analítica, en cambio si tiene dominancia en el cuadrante B, será un administrador-planificador; si el predominante es el cuadrante C como característica principal el individuo es emocional y para el cuadrante D, la persona tendrá un enfoque más artístico y creativo.

Basado en la teoría cerebral de MacLean, Waldemar De Gregori (1999) plantea el cerebro como una estructura triádica, es decir, un sistema que funciona a través de tres unidades operacionales: el cerebro izquierdo, el central y el derecho. De Gregori establece un instrumento para realizar la medición de los procesos mentales, que es conocido como el Revelador del Cociente Mental Triádico (RCMT) (De Gregori, 1999); que permite conocer cuál cerebro (Central, Izquierdo o Derecho) presenta dominancia sobre los otros dos. Según la escala que maneja el test, las puntuaciones fluctúan entre 9 a 45 puntos lo que determina la dominancia, subdominancia y apoyo cerebral en una escala numérica de mayor a menor respectivamente.

Según De Gregori, cuando alguien tiene el cerebro central dominante, en general, es una persona práctica, operativa, con éxito en el trabajo, en los negocios y es líder de acción. Si el subdominante del cerebro central es el izquierdo, el individuo Suele ejercer roles de líder y

calculador; pero si el subdominante fuera el derecho, sería líder humanista, populista, emocional.

Cuando un ser humano tiene el cerebro dominante derecho: es sensible, afectuoso, creativo y soñador. Cuando el subdominante del cerebro derecho es el central, el sujeto es sensible y práctico, sueña, pero *tiene los pies sobre la tierra*; si el subdominante del cerebro creativo es el izquierdo, la persona está lejos de la realidad, tiene mucha cultura racional y humanista, pero no empresarial o comercial.

Cuando tiene el cerebro dominante izquierdo, es un pensador y un intelectual. Cuando el subdominante de cerebro lógico es el central, la persona actúa conscientemente y razona en función de la sobrevivencia; si el subdominante del cerebro lógico es el cerebro derecho, la persona es teórica y distraída.

A partir de los resultados de RCMT se puede determinar la proporcionalidad o desproporcionalidad de los cerebros, estos son proporcionales cuando entre ellos hay diferencia de dos a siete puntos, y esta proporcionalidad garantiza una mayor facilidad en el proceso de aprendizaje (De Gregori, 2002).

Caso contrario, cuando hay menos de 2 puntos o más de 7 puntos de diferencia entre el cerebro dominante, subdominante y de apoyo, se da una desproporción entre los cerebros, lo que tiene como consecuencia que la capacidad de aprendizaje tienda a reducirse y afecta el rendimiento académico. La desproporción tipo A se presenta cuando hay una diferencia menor a 2 puntos entre los cerebros, es decir, no está definida la dominancia cerebral; en este caso, los cerebros se disputan la dominancia. La desproporción tipo B se presenta cuando la diferencia entre los cerebros es superior a 7 puntos, es decir, cuando solo uno de los tres cerebros comanda de manera exclusiva el proceso cerebral y limita la función de los otro dos (De Gregori, 2002).

2.2. Estilos de aprendizaje

Una vez determinada la dominancia cerebral, poder utilizar esta teoría para determinar los métodos o diferentes formas en que un sujeto aprende, permite aumentar las probabilidades o muestra la estructura para aprender de una mejor forma (Hunt, 1981). Los rasgos cognitivos propios de cada persona reflejan las estrategias preferidas, habituales y naturales con las que aprende (Schmeck, 2013).

2.3. Hipermedia adaptativa

El objetivo principal de un Sistema de Hipermedia Adaptativa (SHA), es hacer que el sistema se adecue al usuario y no al contrario, como ocurre con la mayoría de plataformas virtuales, con el fin de adaptar los contenidos temáticos a las preferencias de los usuarios. Para conseguir este fin, el procedimiento debe contar con un modelo de usuario; que represente las metas, preferencias, características personales y conocimientos de cada individuo; lo emplee y modifique según la interacción del sujeto con el sistema y de esta manera adecuar la información y los enlaces que se presentan en el hipertexto a sus necesidades específicas (Brusilovsky y Nejd, 2003).

Todo software implementado sobre SHA, según Brusilovsky y Nejd (2003) debe contar como mínimo con estos tres elementos: Dominio del conocimiento, Modelo de Adaptación y Modelo de Usuario, pues como se muestra en la Figura 1, el estudiante debe ingresar información personal suficiente para la ejecución del algoritmo de clasificación del rol o perfil de usuario. Basado en este modelo y en el diseño de adaptación, se muestran los contenidos del sistema (Fontalvo, Iriarte y Domínguez, 2007).

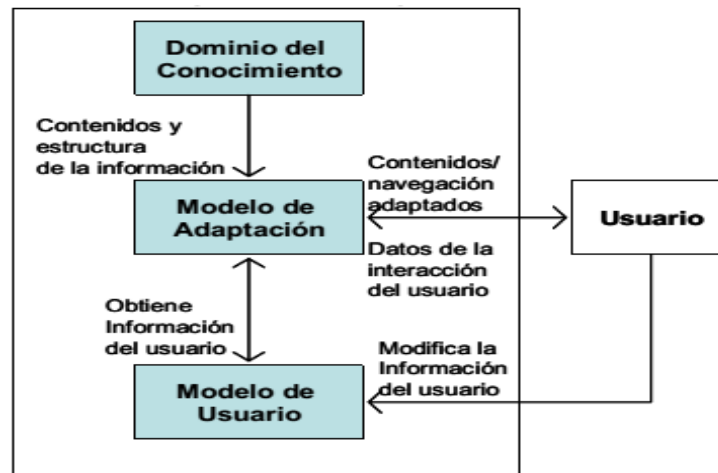


Figura 1. Diagrama de componentes de un SHA

El dominio del conocimiento según Berlanga y García Peñalvo (2004) se refiere a la forma estructural como se desea transmitir el conocimiento, que permite definir nodos, relaciones entre nodos y, en algunos casos, sus atributos.

El modelo de adaptación describe la funcionalidad adaptativa del SHA como lo son contenidos y enlaces, la adaptación se lleva a cabo mediante reglas que especifican ¿qué? y ¿cómo? se deben mostrar y comportar los elementos del sistema teniendo en cuenta el modelo de usuario. Así los elementos que se toman en cuenta para la adecuación son los siguientes: el conocimiento, los objetivos, las características del usuario, su experiencia y sus preferencias; siendo el conocimiento el elemento más utilizado.

El modelo de usuario, permite clasificar a los usuarios del sistema según algunas características predefinidas y que son elegidas según las necesidades de cada proceso, permitiendo identificar un posible comportamiento del individuo y con base en esto, optimizar las prácticas pedagógicas, a partir de un conocimiento más profundo del desarrollo y desempeño del cerebro del sujeto.

3. Metodología

3.1. Diseño y adecuación

Tomando en cuenta la dificultad que conlleva enseñar a cada estudiante según su estilo de aprendizaje, este estudio presenta el diseño e implementación de un sitio web que permite adaptar los contenidos según las diferentes dominancias cerebrales bajo un SHA para automatizar el proceso y adecuar los contenidos de las temáticas según cada dominancia. Para esto se utilizó el test diseñado por Waldemar De Gregori (1999) que permite clasificar tres tipos de cerebro, el izquierdo o lógico, el central u operativo y el derecho o creativo. Según el tipo de cerebro en el que se clasifica cada individuo, éste tiene unas manifestaciones en el comportamiento que inciden en el desempeño educativo y social del estudiante. Con el objetivo de incidir de manera consciente en el desarrollo de las operaciones, habilidades y facultades mentales, en especial las relacionadas con el pensar, crear-imaginar-sentir, concretar-actuar (Arias et al., 2014), que puede determinar con este test, cuál es el mejor modo de presentar los contenidos teóricos a los estudiantes.

Por consiguiente, el objeto virtual de aprendizaje (OVA) diseñado, tiene una parte del contenido de la asignatura de *Física*, en lo que hace referencia a los conceptos y principios básicos de la *electricidad*, teniendo en cuenta los derechos básicos de aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional (2016): “Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para

explicar la transformación y conservación de la energía y en la competencia Relación voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema". Además, implementando como contenido la siguiente estructura:

1. Introducción al curso (Múltiplos y submúltiplos, unidades eléctricas, conceptos básicos de electrónica, tipos de señales y tipos de corriente)
2. Elementos eléctricos básicos (Simbología, definiciones, la resistencia, el condensador, la inductancia)
3. Circuitos eléctricos (La ley de OHM, circuitos resistivos en serie, circuitos resistivos en paralelo)
4. Instrumentos de medida (Óhmetro, voltímetro, amperímetro, osciloscopio)

Cada uno de estos contenidos temáticos fue abordado desde diferentes perspectivas, que son: lógica-secuencial, práctica-operativa o creativa-emocional según la dominancia cerebral resultante, y se verificó su aprehensión por medio de una evaluación tipo test virtual de selección múltiple con única respuesta para cada una de los apartados.

El software está implementado bajo protocolo http, que permite acceder a contenidos de manera *Online* registrado bajo el dominio www.softwareatuestilo.com.co, mejorando la interacción con los estudiantes, y que evita la instalación de aplicaciones en los computadores de cada usuario, garantizando de esta manera que no existan requisitos mínimos para el funcionamiento del equipo, puesto que, todo el trabajo de procesamiento se hace por parte del servidor web (Acosta, Quiroz y Rueda, 2018).

Para la verificación del funcionamiento del software es necesario probar el desempeño computacional de la plataforma tecnológica usada; seguridad y exactitud; corrección de su contenido y su despliegue en los diferentes programas visualizadores, entre otros aspectos.

3.2. Descripción de la población

La población de estudio la forman estudiantes del grado 11C de la Institución Educativa Juan Manuel González ubicada en el municipio de Dosquebradas en el barrio los Naranjos del municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia, en la que priman estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. La muestra objeto de estudio consta de 30 estudiantes de los cuales 18 son hombres y 12 son mujeres con un rango de edad entre 16 y 18 años, sin aparentes problemas de salud y principalmente sin aparentes problemas de aprendizaje, con un nivel económico medio-bajo. Para la realización de este proyecto se tomó en cuenta toda la población y todos los participantes (mayores de edad) o acudientes legales firmaron un consentimiento informado para la realización de la prueba.

3.3. Clasificación de los estudiantes a partir del RCMT

Para esta investigación cuasi-experimental el grupo de estudio estuvo conformado por 30 estudiantes, estos se dividieron en 2 subgrupos; uno de control y otro experimental. El grupo control estuvo conformado por estudiantes a los cuales los contenidos fueron adaptados según una dominancia cerebral diferente a la obtenida en el test, mientras que, a los integrantes del grupo experimental, se realizó la adaptación, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos de ambos grupos. Al momento del registro de usuario en la plataforma virtual se solicitó al estudiante la realización del RCMT, para de esta manera clasificarlo según los 3 tipos de cerebros descritos en la teoría triádica de Waldemar de Gregori. Posteriormente de forma aleatoria, se seleccionaron 15 estudiantes para conformar el subgrupo experimental, mientras que a los 15 estudiantes restantes se les modificó aleatoriamente el tipo de dominancia cerebral para conformar el subgrupo de control. Cabe aclarar que los estudiantes del subgrupo control no estuvieron conscientes de que se les fue modificado su resultado del tipo de dominancia cerebral, con el fin de evitar predisposiciones con el resto del grupo y con la investigación.

4. Resultados

Esta investigación está soportada en el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, ya que no solo se pretende conocer los resultados académicos obtenidos por los estudiantes al aplicar la secuencia didáctica con de la adaptación de los contenidos según las diferentes dominancias cerebrales, sino también indagar sobre la percepción de los mismos hacia nuevas formas de aprender. Teniendo en cuenta lo anterior, se construyeron dos tablas de datos a partir de los resultados obtenidos en las pruebas tipo test de cada uno de los subtemas y en la prueba diagnóstica inicial y en la encuesta de percepción sobre la funcionalidad del software, los contenidos adaptados y la metodología empleada, realizada a todos los estudiantes. Estos resultados fueron comparados a través de los promedios globales por evaluación, en el caso de los test y los promedios globales por pregunta, en el caso de la encuesta, obteniendo las gráficas que se muestran a continuación:

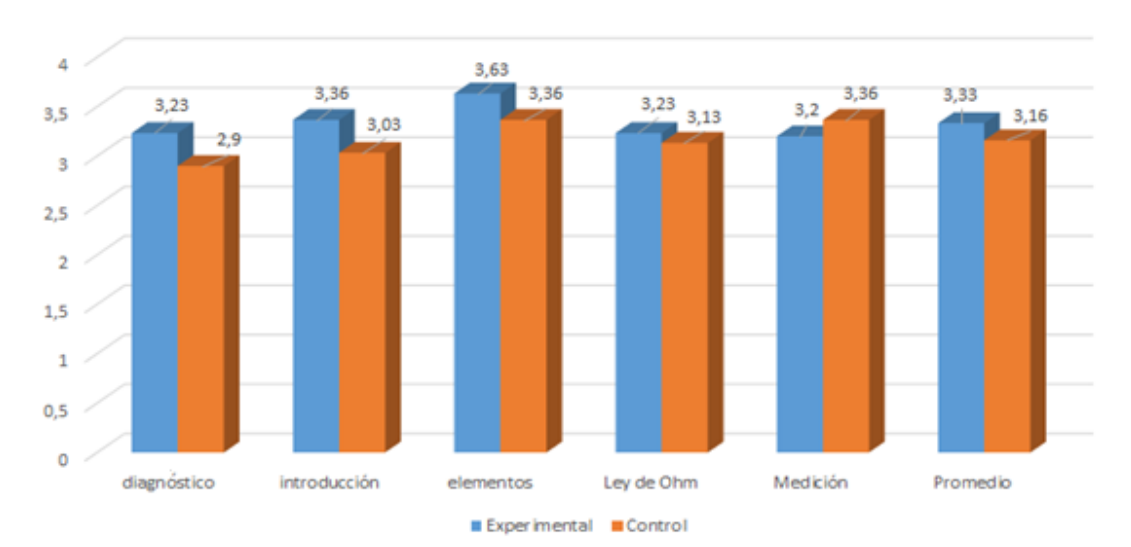


Figura 2. Promedio de las notas por evaluación de los grupos de control y experimental

En la Figura anterior, se relacionan los resultados promedio de las 5 evaluaciones programadas, una prueba para cada una de las unidades por las cuales estaba compuesta la secuencia didáctica (Prueba diagnóstica, introducción, elementos, Ley de Ohm y Medición), estas pruebas contenían 10 preguntas de selección múltiple con única respuesta, tanto teóricas, como ejercicios prácticos. En la gráfica se puede observar una barra de color azul que hace referencia al promedio de notas obtenidas por el grupo experimental y la naranja al promedio de calificaciones del grupo de control. Se puede notar que en el test diagnóstico, y en el de los subtemas introducción, elementos eléctricos y ley de Ohm, los estudiantes del grupo experimental con un promedio general de 3,33 obtuvieron un mayor promedio que los estudiantes del grupo control con un promedio general de 3,16, equivalente a un 3,46% de superioridad académica de un grupo a otro, también es de mencionar que el promedio global de esta temática en ambos grupos fue de 3,24, lo que representa una mejoría en comparación con el año anterior, donde estas mismas temáticas fueron dadas a través de clases tradicionales y en los cuales el promedio general era inferior a 3.

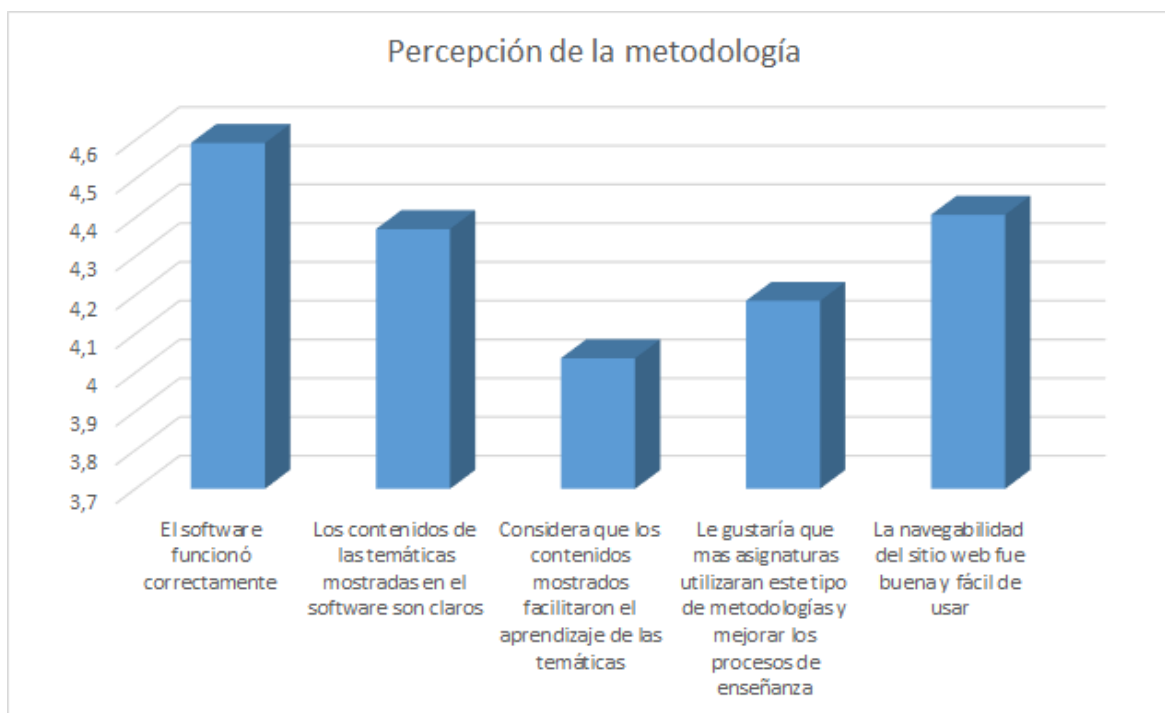


Figura 3. Percepción de los estudiantes hacia la metodología de aprendizaje.

En la Figura 3, se muestra la percepción hacia el software diseñado y la metodología propuesta, esta encuesta se realizó a los dos subgrupos, en donde se realizaron 5 preguntas calificadas de 1 a 5, donde 1 era la nota más baja y 5 la más alta, aunque en general se puede observar que la percepción de los estudiantes fue muy buena, con un promedio global de 4.31 puntos, se nota adicionalmente que la mejor calificación fue obtenida en cuanto a la usabilidad del sitio web con 4.59 puntos mientras que el promedio más bajo fue obtenido en cuanto a el diseño de los contenidos temáticos con 4.0 puntos.

Estas preguntas fueron escogidas cuidadosamente tratando de abordar los 3 puntos principales de la investigación, como lo son: funcionalidad de la aplicación web, pertinencia de la investigación y adaptabilidad de los contenidos dando como resultado promedio de 4.5, 4.18 y 4.2 respectivamente.

5. Discusión

Tradicionalmente el docente prepara la secuencia didáctica de forma lógica secuencial, es decir, privilegiando el uso del cerebro izquierdo, lo que genera que estudiantes con diferentes tipos de dominancia vean afectado su proceso de aprendizaje, dificultando la apropiación de los conocimientos y potencializando únicamente a alumnos con dominancia cerebral lógico-racional, e inconscientemente los estudiantes sin importar su dominancia cerebral, están acostumbrados a recibir lecciones racionales, por lo que según la encuesta de percepción se sintió incomodidad con la metodología de clase implementada en esta investigación, sin importar que está es más pertinente según su dominancia cerebral. Por tal motivo se considera que la implementación de esta metodología debe tener presente un tiempo de adaptación, para que los resultados obtenidos puedan ser más concluyentes.

Es importante mencionar que todas las teorías sobre las dominancias cerebrales concuerdan en que el ideal es que el sujeto no tenga una desproporcionalidad entre sus cerebros, es decir,

que no se debe potenciar únicamente un tipo de cerebro, sino que se debe estimular el desarrollo conjunto de estos ya que en la actualidad se sabe que el proceso de aprendizaje es un conjunto de procesos cognitivos involucrados que activan fisiológicamente diferentes circuitos cerebrales. Esto prepara al sujeto ante cualquier situación que se presente en su entorno y además según De Gregori (2002), el tener un cerebro proporcionado permite tener mayor facilidad para el aprendizaje. Por esta razón se considera que, en un trabajo futuro, el modelo de adaptación del usuario debe tener en cuenta la proporcionalidad entre los cerebros, con el fin de incrementar el promedio general de la temática, ya que, aunque se nota una mejoría entre el grupo experimental y el control debido a la adaptación de contenidos según la dominancia cerebral, la conceptualización de la temática es básica.

En comparación con resultados de investigaciones como la de Maureira et al (2017), donde no se encontraron relaciones aparentes entre las dominancias cerebrales y los estilos de aprendizaje y contrarrestando la investigación de Alonso y Mendieta (2017) en donde concluyen sobre la importancia adecuar los métodos y técnicas de enseñanza para entrar en sintonía con el perfil de la mayoría de los estudiantes, esta investigación apoya el hecho no solo de reestructurar las prácticas de aula según el estilo de aprendizaje de la mayoría, sino que, haciendo uso de las TIC, se pueda personalizar cada proceso de aprendizaje y se adecue a todos y cada uno de los estudiantes los contenidos temáticos de una asignatura.

En general se puede deducir que la aplicación de esta secuencia didáctica a través de una OVA que adaptara los contenidos, generó un punto de partida para evidenciar el potencial del uso de la dominancia cerebral para el proceso de aprendizaje, ya que, aunque se evidencia una leve mejoría en el grupo experimental, se encontraron algunas dificultades que no permiten el desarrollo normal del proceso, como la determinación de que los contenidos fueron adaptados correctamente según el tipo de dominancia cerebral y la resistencia inconsciente de los estudiantes a clases no tradicionales. Pero consideramos que estas dificultades se pueden superar si se realiza un proceso continuo en el tiempo, en donde a través de una adaptación continuamente retroalimentada por los estudiantes, permita hacer cada vez más acorde los contenidos a las dominancias de los estudiantes y crear mayor familiaridad con estas nuevas metodologías, lo que llevará a una menor resistencia al cambio.

6. Conclusiones

La principal conclusión de este estudio es que se pudo evidenciar una mejoría en la comprensión de la temática, en donde el grupo experimental superó en su desempeño académico al grupo control en 3.46%, aunque este resultado no es suficiente, ya que los 30 estudiantes evaluados obtuvieron en rendimiento académico promedio básico, lo que no garantiza que la temática haya sido conceptualizada. Es por ello que es apresurado desvirtuar o no el potencial de la dominancia cerebral aplicada al aprendizaje para aumentar el nivel académico de los estudiantes, se considera que si este proceso es continuado se superarán las dificultades evidenciadas y por consiguiente se obtendrán resultados más contundentes. Adicionalmente se pudo verificar que la OVA adaptó correctamente los contenidos según el estilo cerebral de los estudiantes, ya que el 87,4% de ellos manifestaron que las temáticas adaptadas fueron claras.

Es importante tener en cuenta que este proceso continuo es posible realizarlo, pues se tiene una percepción positiva de la metodología por parte de los estudiantes, ya que, si se tienen en cuenta los resultados de la percepción de los estudiantes, se muestra que la búsqueda e implementación de nuevas metodologías para el aprendizaje, es urgente, sin querer decir con esto que el cambio es fácil, puesto que si los estudiantes se sienten bien trabajando con este método, se nota cierta resistencia al aprendizaje autónomo.

Referencias

- Acosta, J. Z., Quiroz, L. A., & Rueda, M. L. (2018). Estilos de aprendizaje, estrategias de aprendizaje y su relación con el uso de las TIC en estudiantes de educación secundaria. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 11(21). Recuperado a partir de <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1087>
- Mendieta Alonso, M. R., & Briones Mendieta, C. A. (2017). Dominancia Cerebral y Educación Universitaria. *Revista Humanismo Y Cambio Social*, (10), 102-113. <https://doi.org/10.5377/hcs.v0i10.8250>
- Berlanga, A. y García Peñalvo, F. (2004). Sistemas de Hipermedia Adaptativos en el ámbito de la educación. *Universidad de Salamanca: España*. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Adriana_Berlanga/publication/39697689_Sistemas_hipermedia_adaptativos_en_el_ambito_de_la_educacion/links/0912f50602b45790ea000000.pdf
- Brusilovsky, P., De Bra, P., & Conejo, R. (Eds.). (2003). *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: Second International Conference, AH 2002 Malaga, Spain, May 29-31, 2002 Proceedings* (Vol. 2347). Springer.
- Craveri, A. M. y Anido, M. (2008). El aprendizaje de matemática con herramienta computacional en el marco de la teoría de los estilos de aprendizaje. *Journal of Learning Styles*, 1(1). Recuperado a partir de <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/863>
- De Gregory, W. (1999). En búsqueda de una nueva noología. *Estudios Pedagógicos*, 25, 71-82. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07051999000100004>.
- De Gregori, W. (2002). Construcción familiar-escolar de los 3 cerebros: los secretos del aprendizaje de la riqueza y de la felicidad. *Editorial Kimpres Ltda*. Bogotá D.C.
- Fontalvo, H; Iriarte, F y Domínguez, E. (2007). Diseño de ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje y sistemas hipermedia adaptativos basados en modelos de estilos de aprendizaje. *Científicas*, Universidad del Norte, Colombia. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/853/85300805.pdf>
- Goleman, D. (2011). *La inteligencia emocional*. Editorial Kairós: Barcelona, España.
- Heler, E. (2004). *Psicología del color: cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Hernández, C. A. (2001). *Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia. Estados del arte de la investigación en educación y pedagogía en Colombia*. Bogotá: Icfes, Colciencias, Sicolpe.
- Herrmann, N. (1991). The creative brain. *The Journal of Creative Behavior*, 25(4), 275-295. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1991.tb01140.x>
- Honey, P. y Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles*. Berkshire, England: Honey, Ardingly House.
- Hunt, D. E. (1981). Learning Style and the Interdependence of Practice and Theory. *Phi Delta Kappan*, 62(9), 647. Recuperado a partir de <https://eric.ed.gov/?id=EJ243891>
- MacLean, P. (1988). Triune brain. *Comparative Neuroscience and Neurobiology*, 126-128). Birkhäuser Boston. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6776-3_51
- Gallego Rodríguez, A., & Martínez Caro, E. (1). Estilos de aprendizaje y e-learning. hacia un mayor rendimiento académico. *Revista De Educación a Distancia*, 3(7). Recuperado de <https://revistas.um.es/red/article/view/25411>
- Maureira Cid, F., Flores Ferro, E., Gálvez Mella, C., Cea Morales, S., Espinoza Contreras, E., Soto Villanueva, C., & Martínez Iglesias, J. (2016). Relación entre coeficiente intelectual, inteligencia emocional, dominancia cerebral y estilos de aprendizaje Honey-Alonso en estudiantes de educación física de Chile. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 19(4). Recuperado a partir de <http://revistas.unam.mx/index.php/rep/article/view/57946>
- Ministerio de Educación Nacional (2016), "Derechos básicos de aprendizaje en ciencias naturales", V.1. Marco del Contrato Interadministrativo No. 0803, *Universidad de Antioquia y Ministerio de Educación Nacional*

- Quintero Restrepo, R.; Sandoval Vidal, J. F. y Arias Villa, A. (2013). *Relación entre la proporcionalidad cerebral triádica y el rendimiento académico de los estudiantes*. (Tesis de maestría). Institución Universitaria de Envigado. Envigado, Colombia.
- Rodríguez, A (2009). Las TIC como instrumento para mejorar el aprendizaje de Física. *Universidad de Cantabria*. Sevilla, España. Recuperado a partir de <http://dimglobal.net/revistaDIM23/docs/OCamadarodriguzLas%20TIC%20como%20instrumento.pdf>
- Salas, R. E. (2008). *Estilos de aprendizaje a la luz de la neurociencia*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Schmeck, R. R. (Ed.). (2013). *Learning strategies and learning styles*. Springer Science & Business Media.
- Sevilla, C. (1995). Los Procedimientos en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las ciencias. revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 400-405. Recuperado a partir de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21380/93336>
- Torres, M. (1993). *Conócete. ¿Triunfará el Cerebro Sobre el Computador?*. Tercer Mundo Edit. Bogotá.

Financiación

El presente artículo no cuenta con financiación específica para su desarrollo y/o publicación.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.