

DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN A PARTIR DE UN ANDAMIAJE
METACOGNITIVO EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS CIRCUITOS
ELÉCTRICOS BÁSICOS

AUTOR

NATHALIA MONTERO GÓMEZ

2023181012

nmonterog@upn.edu.co

na_thalia_2000@hotmail.com

ASESOR

LUIS BAYARDO SANABRIA RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA EDUCACIÓN

BOGOTÁ, D.C

2024

Índice

Introducción

1. Justificación

1.1. Necesidad de la Investigación

1.2. Propósito de la investigación

1.3. Problema de Investigación

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

1.4.2. Objetivos específicos

2. Antecedentes

3. Marco teórico

4. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

4.2. Diseño de Variables

4.3. Hipótesis

4.4. Población y Muestra

4.5. Instrumentos

4.6. Diseño del ambiente de aprendizaje

4.7. Descripción del ambiente de aprendizaje

5. Resultados y Discusión

6. Conclusiones

7. Sugerencias y Limitaciones

8. Referencias bibliográficas

Tablas

Tabla 1 <i>Diseño de variables</i>	50
Tabla 2 <i>Subcategorías de las estrategias de aprendizaje</i>	54
Tabla 3 <i>Habilidades de la prueba HTCAES</i>	58
Tabla 4 <i>Preguntas de conocimientos previos</i>	61
Tabla 5 <i>Preguntas metacognitivas</i>	67
Tabla 6 <i>Pruebas Multivariantes</i>	75
Tabla 7 <i>Estadísticos descriptivos</i>	76
Tabla 8 <i>Prueba de los efectos inter-sujetos</i>	77

Figuras

Figura 1 <i>Diagrama Decisional sobre la comprensión de lectura.</i>	37
Figura 2 <i>Modelo argumentativo de Toulmin.</i>	42
Figura 3 <i>Preguntas del cuestionario de circuitos.</i>	56
Figura 4 <i>Ejemplo de la parte 1 y 2 de un mismo enunciado.</i>	60
Figura 5 <i>Circuito de prueba.</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 <i>Banner del curso.</i>	66
Figura 7 <i>Tutor del curso.</i>	66
Figura 8 <i>Banners del Módulo 1.</i>	68
Figura 9 <i>Actividades del Módulo 1.</i>	69
Figura 10 <i>Banners del Módulo 2.</i>	70
Figura 11 <i>Actividades del Módulo 2.</i>	71
Figura 12 <i>Actividades del Módulo 3.</i>	73
Figura 13 <i>Banners de evaluación.</i>	73
Figura 14 <i>Efecto de la metacognición con y sin andamiaje.</i>	80

Introducción

En la educación media y superior la enseñanza de las ciencias no suele recurrir a la argumentación como medio para adquirir conocimiento, ya que dicha habilidad es percibida como un elemento relevante en el área de lenguas o de las ciencias sociales y no dentro de materias como matemáticas o física, ya que, el énfasis en la resolución de problemas y fórmulas lleva a una concepción reduccionista de la ciencia, en la que la argumentación se percibe como menos relevante (Yerrick, et al.,1997). Al no tener en cuenta esta habilidad en el aprendizaje de las matemáticas y física, se está desaprovechando el gran potencial que ofrece para la comprensión de fenómenos y comportamientos, así como para fortalecer la habilidad de describir, explicar y debatir, los cuales son competencias que fortalecen y guían el camino en la resolución de problemas, aunque no sean frecuentemente empleados con ese fin, dado que, permite adquirir saberes sólidos, acoger los contenidos con un alto nivel de entendimiento de los mismos y además da la capacidad de aplicar estas habilidades en el aprendizaje de cualquier saber, tenga que ver o no con la solución de problemas, respaldando lo mencionado anteriormente con Duschl, R. A., y Osborne, J. (2002), los cuales indican que los estudiantes que participan en la argumentación están mejor preparados para evaluar evidencias, analizar diferentes perspectivas y desarrollar soluciones a problemas complejos

En base a lo expuesto previamente y centrándonos en la resolución de circuitos eléctricos básicos, de acuerdo con Becerra (2014), la metodología de enseñanza tradicional en la cual se centran los procesos educativos en memorización y repetición de las fórmulas matemáticas no permite que el estudiante interiorice el conocimiento, por ende, no logra analizar las posibles soluciones al encontrar situaciones problema distintas a las practicadas con anterioridad. Es así, que los estudiantes no tienen claro como empezar a resolver un ejercicio sin pensar en escribir

ecuaciones e intentar resolverlas inmediatamente; leen los enunciados de los problemas, de igual forma que en su recorrido por la materia y dejan de lado, otras estrategias para llevar su aprendizaje a un nivel de conocimiento estructurado y conciso, si no que, se mantienen en un nivel donde hacen en cierta medida una actividad de ensayo y error, quedando en un bucle donde se plantea, opera y se da un resultado, siendo este el caso ideal donde toda la temática es clara y es fácil de maniobrar.

Sin embargo, en ese proceso repetitivo se encuentran otras acciones por parte de los estudiantes que evidencian que hay dificultades en entender lo que se busca, por lo que, no logran avanzar entre los puntos, ni diferenciar que componentes hay, en qué sentido viaja la corriente, como operan las configuraciones de las resistencias, ¿Cómo? y ¿Cuál? ley aplicar, dando resultado cuantitativo bajo y causando un impacto negativo en el estado anímico de los educandos, imponiendo obstáculos en su proceso de aprendizaje

De la misma manera, los circuitos son parte esencial en el desarrollo de varias tecnologías a nivel de hardware, estos utilizan el potencial de la electricidad y la electrónica es sus diferentes versiones o ramas con otros campos del saber, una de las razones por la cual el análisis, diseño, cálculo e implementación de estos, hacen que su enseñanza este articulada a los contextos diarios de los estudiantes. De la misma manera, como lo expresa (Hernández, 2017) los circuitos eléctricos permiten el análisis matemático y gráfico de diversos fenómenos que se presentan en la actualidad, pero es muy relevante tener en cuenta los componentes teórico-prácticos para abordar el aprendizaje. Así mismo, esta temática es parte fundamental de los pensum de muchas instituciones educativas a nivel mundial o de los lineamientos curriculares que comprenden la estructuración de la temáticas de ciencias, en este caso, los lineamientos curriculares de ciencias naturales establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (1998), en las cuales muchos

estudiantes llevan a cabo diferentes procesos de aprendizaje apoyados de estrategias o dinámicas planteadas por el docente, sin embargo, en distintas ocasiones no existe un modelo estándar o un estudio previo de como dicha población resuelve un ejercicio partiendo de sus conocimientos, capturando o identificando los procesos cognitivos que realizan, para así, posteriormente diseñar alguna herramienta que enriquezca más su aprendizaje, y evitar que los estudiantes se vean saturados o incomprendidos en este proceso.

De manera análoga, establecer un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) será fundamental para analizar cómo aprenden los estudiantes e identificar las dificultades que puedan enfrentar, lo que permitirá observar los procesos cognitivos involucrados cuando abordan problemas de circuitos eléctricos básicos, previamente al uso del AVA se categorizarán las acciones y no acciones de un estudiante a través de la arquitectura cognitiva del aprendizaje conexionista con inducción de reglas adaptativas en línea CLARION (Sun, 2016), para dividir la información recolectada en cuatro subsistemas que permiten obtener la estructura y los procesos explícitos e implícitos realizados por su mente durante el ejercicio; detallando los procedimientos que realiza un estudiante en el desarrollo del ejercicio para proponer estrategias que mejoren el proceso, que ven circuitos elaborados con resistencias en sus diferentes configuraciones alimentados con fuentes de corriente directa CD.

Por lo tanto, se indaga cuál es el efecto que tiene potencializar las habilidades argumentativas con el objetivo de adquirir un conocimiento más estructurado y sólido en el aprendizaje de los circuitos eléctricos básicos, es decir, se centra en cómo el uso de recursos metacognitivos, como herramientas visuales y preguntas autorreflexivas, puede mejorar la capacidad argumentativa de los estudiantes al abordar problemas relacionados con esquemas eléctricos.

La capacidad argumentativa es una habilidad fundamental para analizar situaciones complejas, evaluar alternativas y justificar decisiones de manera estructurada (Halpern, 2003). Sin embargo, muchos estudiantes enfrentan dificultades para reflexionar sobre sus propios procesos de razonamiento, lo que afecta tanto la calidad de sus argumentos como su comprensión conceptual (Van Garderen, 2006).

El empleo de herramientas visuales, como los diagramas de decisión, permite a los estudiantes externalizar y organizar explícitamente sus procesos de toma de decisiones, lo que mejora su capacidad para prever resultados y estructurar argumentos de forma lógica y coherente (Van Garderen, 2006). Al integrar preguntas metacognitivas, estas estrategias no solo fomentan la evaluación y el monitoreo autónomo del aprendizaje, sino que también promueven un aprendizaje profundo y significativo (Schraw y Moshman, 1995).

Este enfoque busca abordar las limitaciones comunes en la enseñanza y aprendizaje de circuitos eléctricos básicos, incluyendo conceptos clave como la ley de Ohm, el análisis de circuitos en serie y paralelo, y la resolución de problemas técnicos. La investigación explora cómo la interacción entre habilidades argumentativas y metacognitivas puede transformar el proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes razonar con mayor profundidad, justificar sus decisiones y desarrollar conocimientos transferibles para enfrentar desafíos futuros en contextos técnicos y profesionales.

1. Justificación

La presente investigación está dirigida en implementar la estrategia metacognitiva de los diagramas decisionales para fortalecer e impulsar el desarrollo de la habilidad argumentativa en la resolución de problemas en circuitos eléctricos básicos a través de un AVA. Considerando que, esta estrategia posibilita el desarrollo de la predicción y retroalimentación del proceso, al ser un sistema gráfico, en el cual, se evalúan las diversas opciones en la resolución de problemas (Ossa, Fernandez y Saiz, 2016). De esta manera, la razón para realizar esta indagación es inicialmente brindar una herramienta digital de apoyo para los estudiantes, que contribuya directamente al aprendizaje de los circuitos eléctricos de una manera no convencional. Además, se centra en la importancia de trascender la resolución de problemas, basados en el análisis gráfico y el planteamiento matemático, a la práctica de la argumentación, como medio principal para comprender e identificar conceptos, comportamientos, leyes y símbolos, con el fin de implementar las ecuaciones y resolverlas algebraicamente, dando solución al problema de circuitos utilizando las habilidades argumentativas de los estudiantes.

En este sentido, el fortalecimiento de la argumentación ha sido una optativa en diferentes investigaciones para abordar la temática de circuitos eléctricos básicos, dado que se complementa con el uso de estrategias metacognitivas, autores como Franco y Moreno (2011), Campos et. al (2021), Rodríguez y Patiño (2021), establecen que la argumentación posibilita el entendimiento de las problemáticas de circuitos eléctricos, dado que, se exterioriza el conocimiento de manera verbal y el estudiante logra una retroalimentación de su solución al escucharse, por otro lado, las investigaciones de Covalada y Sánchez (2020), Sánchez (2013) y Mondragón y Saenz (2016) establecen el puente, entre la metacognición y la argumentación a través de la conciencia del proceso formativo del estudiante, por lo que, es importante reconocer al estudiante de forma activa

en su proceso de aprendizaje, dándole las herramientas y posibilidades para solucionar los problemas.

De tal forma, la temática de circuitos dejaría de ser una materia que se centra en la memorización de ecuaciones, planteamientos matemáticos aprendidos de la repetición, ensayo y error del uso de las leyes, a llevar a cabo un proceso que permita reflexionar sobre su conocimiento a través de la verbalización de una ecuación para luego plantearla, reconociendo los elementos a través del diagrama circuital, con el fin de saber que componentes hay y como pueden relacionarse según cada comportamiento. Es así, que comprender el enunciado para identificar cual ley usar y tener los argumentos para la respuesta, fortaleciendo la auto explicación, a través de la observación y el análisis de la solución mientras lo habla.

De manera equivalente, la incorporación del AVA con ayudas metacognitivas busca que el estudiante conozca y acoja habilidades argumentativas, de comprensión y automonitoreo para poder resolver problemas. En este caso el análisis de circuitos tiene como resultado un valor, por lo que durante la solución es necesario procesar la información y tomar decisiones para llegar a la respuesta, por eso se pretenden utilizar los diagramas decisionales, que no hacen parte de la enseñanza tradicional en el área de las ciencias, pero que aportan crucialmente al aprendizaje, ya que, al construir e interactuar con modelos de toma de decisiones, se incita a los estudiantes a reflexionar sobre sus estrategias de razonamiento, lo que aumenta la conciencia metacognitiva y fomenta el desarrollo de habilidades de resolución de problemas más deliberadas e intencionales (Baker y P. L. ,2000), estas estrategias metacognitivas estarán dispuestas durante el proceso de aprendizaje, se integran en las actividades de solución de problemas de los circuitos eléctricos básicos.

Por lo tanto, este ambiente pretende ser una herramienta interactiva para usar en los tiempos de trabajo independiente, basado principalmente en la práctica de la argumentación con elementos metacognitivos para alcanzar el logro de aprendizaje en la solución de circuitos eléctricos básicos.

1.1 Necesidades de la investigación

Desde el primer semestre del 2020 hasta el segundo semestre del 2021 se realizaron una serie de actividades que tenían como objetivo motivar y fortalecer el aprendizaje de los circuitos eléctricos en los estudiantes de segundo y cuarto semestre de la Licenciatura en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional en la monitoria de la asignatura de circuitos. Esta fue desarrollada a través de la gamificación como herramienta lúdica y creando sesiones virtuales sincrónicas centradas en resolver problemas de circuitos eléctricos básicos, debatiendo y argumentando las posibles soluciones, el por qué seguir ciertos pasos para luego formular matemáticamente las ecuaciones que hallarían las variables o valores que pide el ejercicio. Por lo que, tras la observación en el escenario educativo se empezaron a formular las preguntas de ¿la argumentación y exteriorización del conocimiento posibilita un entendimiento de la temática más profunda? ¿En las clases convencionales se tienen procesos argumentativos? ¿Dónde queda la argumentación en el aula de clase? ¿Cómo influye la argumentación en los procesos cognitivos? Por lo que, se identificó una necesidad investigativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura, considerando la forma en la que comprendían las temáticas y argumentaban los procesos en función de las posibles soluciones.

De esta manera se identificó una necesidad en el aula de clase, la cual se articula a la argumentación en la explicación de las decisiones que se toman al resolver una situación problema en la temática de circuitos eléctricos básicos. De la misma forma, se infiere la necesidad de apoyar

el desarrollo de la capacidad argumentativa con la implementación de estrategias metacognitivas para la profundización del conocimiento y el desarrollo de la autonomía del estudiante.

1.2 Propósito de la investigación

Considerando lo anterior, se observó que los estudiantes que participaron en la intervención de las clases y las sesiones de apoyo en la monitoria lograban identificar y comprender el ejercicio con mayor claridad, de esta manera lo solucionaban de la forma más eficiente, iniciando con un análisis del esquema, seguidamente de escoger el mejor método para solucionarlo. La situación observada indicó que la argumentación como estrategia de aprendizaje fortalecía su capacidad de resolver circuitos, por lo tanto, este trabajo busca analizar de forma más detallada dicho escenario para poder plantear un Ambiente Virtual de Aprendizaje centrado en crear actividades que promuevan y desarrollen la comprensión y la argumentación en un nivel superior al que se inicia en la clase o tutoría, apoyados en este material a través de las estrategias metacognitivas dispuestas en un andamiaje como apoyo, con el fin de desarrollar la autonomía y apropiación del proceso de aprendizaje en los estudiantes.

1.3 Problema de la investigación

En la actualidad, las bases que se establecen en la educación básica y media dejan ciertos vacíos conceptuales en torno al conocimiento lógico-matemático que comprenden las temáticas de la tecnología. Tal y como lo expresan Perry, Et. al (1996), la problemática de la enseñanza de las matemáticas establece una complejidad en torno a los conceptos, símbolos y relaciones. Por consiguiente, se presenta una dinámica tanto en los modelos de enseñanza como en el contexto en el que está inmersa la institución, por lo que, los factores comunicativos pueden variar según las estrategias de cada docente; en consecuencia, se tienen situaciones diversas en las que entran variables internas y externas del salón de clase. Esta problemática trasciende a generar dificultades

en los procesos de enseñanza - aprendizaje en la educación superior, dado que, al no tener claro los conceptos y bases matemáticas con referente al álgebra, la dificultad de la comprensión de los problemas y sus componentes aumentan, llevando así a la frustración o desmotivación por estos campos de estudio en el alumnado.

Así mismo, ocurre con la enseñanza de circuitos eléctricos básicos, dado que, estas temáticas están ligadas a los conocimientos en álgebra y electricidad, los cuales, no son profundizados por el alumnado en esta etapa escolar, es por esto que aunque se tiene un acercamiento en la educación básica y media en consecuencia de la electricidad en los contextos cotidianos, los estudiantes que se involucran en la educación superior a carreras con estas temáticas, aún no cuentan con la claridad de la relación y la complejidad de los conceptos, volviendo así un reto de aprendizaje el desarrollo de la intuición en los fenómenos de estudio (Campos, Et. jal., 2021). Por ende, la forma en la que se aborda el conocimiento en el aula de clase debe considerar nuevas estrategias para fomentar el desarrollo de la intuición y profundización de las temáticas más allá de los conceptos, encaminado a la identificación del uso de las leyes y su aplicabilidad en los ejercicios.

Es así, que la implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula de clase han suplido en diferentes contextos como en la pandemia, los escenarios y herramientas con las que no se cuentan, por lo que, el docente puede estar de manera, activa, pasiva, remota o a distancia. Dado esto, estas herramientas en la educación han posibilitado el desarrollo de nuevas habilidades en el estudiantado, que se enmarcan en la resolución de preguntas o situaciones, muchas veces de forma única, sin dar un espacio al desarrollo de la argumentación en las problemáticas, ya que, el punto focal en la resolución de las temáticas como los circuitos eléctricos básicos se le da mayor relevancia a los procesos matemáticos y gráficos.

Asimismo, como docentes es importante entender ¿cómo los estudiantes aprenden?, ¿qué elementos necesitan?, ¿cómo interactúan?, ¿qué tipo de información retienen? y ¿qué conocimiento previo hay sobre el tema aprendido?, con el fin de evidenciar los diferentes procesos cognitivos que son relevantes para identificar que estrategias son más exitosas para su aprendizaje. Es así, que la solución de ejercicios de circuitos eléctricos básicos basados en problemas está planteada generalmente para dar un valor numérico como respuesta, dejando de lado la argumentación, la cual busca construir ecuaciones de palabras, es decir, utiliza palabras para describir ideas y símbolos matemáticos (Huertas, 2014), que formulan verbalmente la posible solución aumentando un nivel de comprensión. Considerando lo anterior, surge la siguiente pregunta problema:

¿Cuál es el efecto de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) que utiliza un andamiaje metacognitivo en la habilidad de argumentación, la metacognición y el logro de aprendizaje a través de la resolución de problemas con circuitos eléctricos básicos?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general.

Evaluar el impacto de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) que incluye un andamiaje metacognitivo en la habilidad argumentativa, la metacognición y el rendimiento académico en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos.

1.4.2 Objetivos Específicos.

Desarrollar un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) enfocado en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos apoyado en un andamiaje metacognitivo que incremente la habilidad de argumentación y la metacognición.

Evaluar el logro académico de los estudiantes en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos, mediante el análisis de su rendimiento antes y después de la interacción con el AVA.

Analizar el impacto del AVA con y sin andamiaje en la argumentación, metacognición y logro de aprendizaje de los dos grupos de estudio en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos.

2. Antecedentes

En los siguientes párrafos se establecen cinco categorías que entrelazan toda la investigación, estos son: Metacognición, Aprendizaje Basado en Problemas, Argumentación, Metacognición, Herramientas Digitales y Circuitos Eléctricos Básicos, de esta manera, se tienen en cuenta el filtro para escoger las investigaciones relacionadas con los temas anteriormente mencionados en estudios de maestría, doctorado o revistas educativas, considerando el nivel de complejidad de las estrategias cognitivas en el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje.

2.1 Aprendizaje Basado en Problemas – Metacognición – Circuitos eléctricos básicos

La investigación en la educación ha llevado a proponer nuevas estrategias, donde la interacción del medio, las situaciones cotidianas y el análisis de diferentes problemáticas a las que se enfrenta un individuo, posibilita un desarrollo de habilidades en función de las herramientas que este tiene. Por lo que empieza la revisión con Caycedo (2018) y su investigación titulada “*La resolución de problemas desde la regulación metacognitiva hacia el aprendizaje del concepto de fracción*”, la cual tiene el objetivo de analizar la implicación del uso de las estrategias metacognitivas en la resolución de problemas, abordado desde el concepto de fracción en grado tercero de la Institución Educativa Majestuoso Ariari de Puerto Lleras (Meta), considerando lo

anterior, la investigación establece una metodología con enfoque cualitativo y de tipo descriptivo, dado que, el abordaje del análisis de los resultados en la implementación de las estrategias metacognitivas en la resolución de problemas establece el análisis subjetivo desde la interiorización del conocimiento.

De esta manera se establece, que la aplicación y uso de la resolución de problemas permite que el estudiante interactúe de manera más dinámica con la situación que se le presenta, considerando así, el uso de las estrategias metacognitivas planeación, monitoreo y evaluación, las cuales posibilitan, la identificación de los problemas, herramientas y posterior análisis de soluciones o rutas a seguir. Es así, que se establece una relación entre el contexto y la graficación de las situaciones problema con el fin de abordar y representar la temática en este caso las fracciones. Es por esto, que este trabajo vincula dos perspectivas: las estrategias metacognitivas y la resolución de problemas como una forma de incrementar el análisis y los procesos de aprendizaje contribuyendo a la investigación en el planteamiento de la metodología y elaboración de las problemáticas en los instrumentos teniendo en cuenta la temática de circuitos eléctricos básicos.

De la misma forma, para Arteaga, Macías y Pizarro. (2020) en su trabajo investigativo *“La representación en la resolución de problemas matemáticos: un análisis de estrategias metacognitivas de estudiantes de secundaria”* establecen como objetivo evidenciar la importancia de las estrategias metacognitivas y la verbalización de los problemas matemáticos, por lo que, se desarrolla una metodología cuasiexperimental aplicada a 99 estudiantes de secundaria. La resolución de problemas permite identificar las estrategias metacognitivas empleadas por cada individuo, reconociendo que es un proceso personal que se fortalece a través de la socialización y la verbalización de las soluciones, facilitando los procesos de retroalimentación. De esta manera,

se establece una base de análisis para la formulación de los problemas a los que los estudiantes serán expuestos, los cuales incluirán componentes matemáticos y gráficos. La representación gráfica de la problemática ayuda al estudiante a contextualizarse, favoreciendo la reflexión sobre las posibles variables que podrían influir en los resultados.

Asimismo, lo contempla Ceferino y García (2016) en su investigación *“Desarrollo de competencias básicas en el manejo de circuitos eléctricos mediado por blended learning a través de la metodología del aprendizaje basado en problemas”* el cual, tiene como objetivo evaluar la incidencia de la estrategia combinada con el ABP para el desarrollo de competencias en la temática de circuitos eléctricos básicos de grado once del I.E.D El Salitre Suba. Esta investigación se basó en un enfoque investigativo mixto con pruebas estadísticas y micro- etnografía, dado que, el análisis se establece a través del cambio del estudiante en su proceso de enseñanza aprendizaje. De esta manera, se establece un cambio significativo en la comparación de la explicación de fenómenos entre la población que empleo las estrategias combinadas y la población que no, evidenciando un aumento en la comprensión, al descomponer las problemáticas que se les plantean, considerando el análisis de la situación, elementos y correlación. Es así, que este estudio contribuye al planteamiento y análisis de la dinámica de clase al abordar la resolución de problemas en conjunto de la intervención de un ambiente virtual de aprendizaje, estableciendo un puente estructural para el entendimiento de las temáticas de circuitos eléctricos.

Por otra parte, la temática de circuitos eléctricos básicos puede generar el abordaje de diferentes temáticas, tal y como lo expresa Reyes (2020) en su trabajo *“Análisis de circuitos eléctricos como tema integrador en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas”* el cual plantea como objetivo la generación de una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas como eje integrador en las áreas de tecnología e informática, ciencias naturales y matemáticas, a

partir de la temática de circuitos eléctricos, con el fin de potenciar las habilidades de pensamiento en estudiantes de cuarto grado del Colegio Arborizadora Baja IED. Por lo cual, estuvo sujeto a la investigación cualitativa con análisis descriptivo, dado que la recolección de datos fue paralela a la investigación. De esta manera, se tuvo un desarrollo de habilidades científicas y se establece la potencialidad del uso de las herramientas digitales para la modelización de los elementos que se encuentran en la problemática. Por lo que, es importante resaltar la concepción de los circuitos eléctricos como eje articular en el ABP, considerando la contextualización del conocimiento con el fin de potenciar diversas habilidades a través de diferentes medios como el uso de las Tics.

Igualmente, lo contempla Calderón (2022) en su investigación *“Aprendizaje basado en problemas como estrategia educativa del proceso de enseñanza – aprendizaje de electrotecnia y electrónica, concluyen que la metodología ABP es estimulante para el estudiante ya que identifica sus necesidades y puede abordar la problemática de diferentes perspectivas teniendo un desarrollo autónomo en el aprendizaje. De esta manera considerar la metodología en los procesos de enseñanza aprendizaje articulando a otros tópicos como la metacognición y la argumentación permitirán el desarrollo de distintas habilidades y la comprensión del conocimiento de manera más amena.*

El ABP empezó a aplicarse en el área de la Medicina y aún se mantiene vigente para ayudar a los estudiantes en sus carreras profesionales, Manuaba, No y Wu (2022) hicieron una búsqueda en las principales bases de datos para extraer siete estudios con 622 estudiantes de medicina de primer año con el propósito de validar si el ABP es efectivo para mejorar la capacidad de pensamiento crítico, resolución de problemas y el aprendizaje autodirigido, en estos cursos iniciales de medicina, realizando un meta-análisis. Del análisis obtenido se encontró que no hay diferencias significativas con ninguna de las variables que se manipulo en el estudio con el método

convencional y se resalta que existieron limitantes en la toma de información. En los anteriores antecedentes se dan resultados positivos sobre el ABP en el desempeño del estudiante y otras variables, sin embargo, se evidenció desde el área de ciencia y tecnología, por lo anterior puede que tenga mejores resultados en materias donde los problemas se solucionen a través del planteamiento de ecuaciones o de la comprensión de comportamientos y fenómenos, que en situaciones que requieran un alto nivel de memorización y protocolos de acción.

También hay estudios donde se compara el efecto del ABP con sus diferentes complementos, por eso Perdana, Jumadi, Rosana y Riwayani (2020) realizaron un estudio para evaluar la eficacia del modelo ABP, el modelo de simulación de laboratorio en línea con aprendizaje basado en problemas (OLS-PBL) y el modelo de simulación de laboratorio en línea con mapas conceptuales y aprendizaje basado en problemas (OLS-CMPBL) para mejorar las habilidades de alfabetización digital en 97 estudiantes de una escuela del Estado Islámico de Yogyakarta en Indonesia. La investigación es cuasiexperimental con diseño de pre y post test, grupos experimentales (OLS-PBL y OLS-CMPBL) y uno de control (PBL), dando como resultado que el modelo de aprendizaje OLS-CMPBL es el más efectivo para mejorar las habilidades de alfabetización digital, estimula a los estudiantes en la habilidad de evaluación de contenido y en la navegación hipertextual, resalta que el ABP ayuda a construir activamente nuevos conocimientos cuando se estructura a partir de la argumentación para guiar a los estudiantes en la solución del problemas y en complemento, con los mapas conceptuales se brinda al estudiante beneficios de almacenamiento, reestructuración, capacidad de representación y análisis en profundidad, en vez de retener una gran cantidad de información proporcionada por la enseñanza basada en conferencias. Este estudio muestra resultados positivos cuando el ABP trabaja en equipo con un

método gráfico, por lo que al utilizar otro tipo de diagramas también puede impactarse el logro de aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, Marthaliakirana, Suwono, Saefi y Gofur (2022) realizaron una investigación cuasiexperimental con 121 estudiantes de grado 11° con especialización en ciencias y biología, con el objetivo de saber cuál es el efecto del ABP mediado con estímulos metacognitivos en la argumentación y el pensamiento crítico de los alumnos en tres módulos respectivamente: sistemas musculoesquelético, circulatorio y digestivo. Los resultados indican que hay una mejora en su desempeño a nivel argumentativo y de pensamiento crítico, dando una recomendación sobre que los docentes deben repensar como favorece al estudiante participar en actividades con estímulos en el ABP. Como se analizó en el anterior antecedente, el aprendizaje basado en problemas incrementa su potencial cuando se piensa y ejecutan acciones complementarias, siendo un plus para las investigaciones y elevando la complejidad en la estructura de pensamiento del estudiante.

El aprendizaje basado en problemas brinda muchos beneficios a sus estudiantes y docentes que lo implementan en sus clases, no solo porque mantiene a sus alumnos motivados y atentos, sino porque logra que ellos desarrollen habilidades y hábitos que los modelos tradicionales no pueden impulsar. Varios de los trabajos con ABP buscan concluir si el método es eficaz en el aprendizaje de diversos temas, en especial en ciencia y tecnología, aplicando diferentes estrategias y herramientas en conjunto para llegar al resultado de que si aporta, si afecta, si logra el objetivo planteado, por lo que este método podría impactar positivamente el aprendizaje de circuitos eléctricos básicos a través de estrategias metacognitivas que fortalezcan sus habilidades argumentativas y por consiguiente su logro de aprendizaje al tener una guía durante su proceso.

2.2 Argumentación – Metacognición – Circuitos eléctricos básicos

La argumentación es una habilidad que está en constante desarrollo en los seres humanos, esta permite construir el pensamiento crítico en diferentes temáticas, evaluar argumentos, discutir y evidenciar los procesos cognitivos que alcanzan los estudiantes. De esta manera la investigación de este campo y su influencia en la metacognición tienen un papel importante en la investigación educativa.

Para Franco y Moreno (2011) en su trabajo para optar por el título de maestría “*La argumentación como núcleo de la actividad demostrativa*” establecen como objetivo la caracterización y evaluación de los argumentos elaborados por los estudiantes de grado octavo al tener que solucionar problemas de carácter demostrativo, a lo que, se desarrolla a través de una perspectiva metodológica denominada experimento de enseñanza con un paradigma naturalista, el cual busca a través de la observación e interpretación de los comportamientos y los argumentos estructurados de los estudiantes para su posterior análisis estos enmarcados en su contexto que es el aula.

Considerando lo anterior, se demostró que tras la aplicación y dinamización de las clases de geometría a través de la resolución de problemas y la explicación de las respuestas a través de la argumentación los estudiantes toman un papel protagonista en su proceso de formación y se establecen relaciones entre el conocimiento la problemática y sus posibles soluciones. Por lo anterior, se establece que este trabajo contribuye a entender la perspectiva metodológica para llevar los procesos argumentativos en el aula, con el fin de aplicar estos tipos de espacios argumentativos en el (AVA).

Así mismo, el aporte de las estrategias metacognitivas en el análisis de la argumentación ha llevado a diferentes autores a establecer la relación presente en el proceso de aprendizaje, tal y

como lo explican Ossa, Fernandez, y Saiz, (2016) en su estudio *“estrategias metacognitivas en el desarrollo del análisis argumentativo”* establecen la comparación de dos grupos uno intervenido y el otro de control con el fin de analizar la influencia en la argumentación de las estrategias metacognitivas empleando los diagramas de decisión, por lo que, se empleó una metodología cuasiexperimental con un pre y post test enfocados en la planificación, supervisión y evaluación, con un enfoque activo de aprendizaje a través del aprendizaje basado en problemas (ABP). Dado esto, establecieron que los estudiantes a los que se intervino con las estrategias metacognitivas desarrollaban un mayor enfoque argumentativo en las fases de planeación y supervisión que el grupo control, por lo que, se estableció que los diagramas de decisión si ayudaban al desarrollo de la argumentación y la metacognición dado que les esquematizaba la problemática con las probabilidades a recorrer.

Por otra parte, según Campos, Tecpan y Zavala (2021), la argumentación y la ciencia tienen una relación inquebrantable para el desarrollo del pensamiento científico, lo que lo hace un proceso muy relevante e inseparable, por eso en su trabajo *“Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo”* y en el documento de Rodríguez y Patiño (2021) sobre *“los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de circuitos eléctricos”*, coinciden en la existencia de una dificultad en el aprendizaje de circuitos eléctricos, a pesar de que manejen diferentes poblaciones como en el primer documento se enfoca en los ingenieros en formación en la clase de electricidad y magnetismo, mientras que el segundo basa su estudio en una población de grado 11 en la materia de física, mencionan que es la ausencia del ejercicio de la argumentación que les permitiría asimilar nuevos conceptos y así construir su conocimiento.

Por lo que, en sus investigaciones proponen promover los procesos argumentativos a partir de modelos explicativos que existen sobre el concepto de circuitos eléctricos e identificar las relaciones que se pueden establecer entre los procesos argumentativos entendidos a partir de los niveles de argumentación. Para esto, se identificarán las necesidades de la investigación y se puede hacer una proyección de los resultados siendo positivos al tener en cuenta el desarrollo de la argumentación en la resolución de problemas, dado que, considerar la explicación de manera simple y concreta se asimila el manejo de la temática.

Así mismo, autores como Rodríguez (2020) en investigaciones como *“Los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de circuitos eléctricos”* el cual su objetivo es caracterizar los niveles argumentativos y la relación de los modelos explicativos con los circuitos eléctricos en estudiantes de grado once de la Institución educativa Pablo Emilio Riveros del municipio de Acacias – Meta. Considerando una metodología cualitativa con enfoque descriptivo-comprensivo, donde el principal análisis se enfoca en el cambio de comportamiento de la población a estudiar antes, durante y después de la intervención. Por lo que, se evidencio un avance en la complejidad de argumentación para explicar los fenómenos, acercándose así, a la comprensión y explicación de las ciencias. Dado esto, al identificar las falencias de los estudiantes y establecer una herramienta pedagógica que cumpla con las necesidades, el desarrollo de los objetivos de aprendizaje se verá incrementado al establecer la interacción de habilidades como la argumentación en la resolución de problemas.

Pero estas temáticas no se han desarrollado solo en ciudades, la importancia de los conocimientos básicos de los circuitos eléctricos y las habilidades comunicativas como la argumentación, se han abierto paso en escuelas rurales como lo demuestra el estudio de Chinchilla, Mongui, Sarabanda y Pérez (2018) en su investigación *“Un dispositivo pedagógico desde la*

ruralidad para el desarrollo de las competencias básicas” donde se plantea establecer la influencia de los contextos en el marco del desarrollo de las competencias básicas de los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Integrada Marco Antonio Quijano Rico del Municipio de Sogamoso, el cual se elabora a través de un enfoque cualitativo y el desarrollo por investigación acción, dado que el proceso fue un trabajo articulado con los padres de familia y los estudiantes. Aunque se trata de un trabajo interdisciplinario en las ciencias, el uso del cultivo de papa para explicar la temática de los circuitos eléctricos básicos establece una diversificación en el enfoque de estas temáticas en distintos tipos de aula. Además, promueve el aumento de la habilidad argumentativa, considerada una competencia básica que presenta diferentes niveles de complejidad en los estudiantes. Esta habilidad permite evidenciar la relación directa con el desarrollo cognitivo y resalta la importancia de aplicar estos conocimientos en sus contextos cotidianos.

Kaçar, y Balım, (2021) realizó una investigación de los efectos del método de indagación argumentativa en un curso de ciencias sobre los niveles de comprensión conceptual de los alumnos, el cual busca determinar el efecto que tiene usar el método de aprendizaje por investigación en argumentos en el área de ciencias, tomo una muestra de 64 estudiantes de Turquía, un grupo experimental y uno de control de grado séptimo en la asignatura de energía eléctrica, encontrando que el método impactó positivamente a los estudiantes respecto a su nivel de comprensión conceptual, ya que, se les brindo la oportunidad de explorar y discutir la información dentro y fuera del aula, estructurando conceptos según los efectos que tienen en las variables según cada caso. El método de investigación basada en argumentos es un método basado en laboratorio que incluye investigación e indagación que contribuye a la importancia de la argumentación en la educación científica (Walker et al., 2012)., por lo que sus hallazgos son importantes para el trabajo

principal de este documento, ya que también se busca utilizar y además mejorar sus habilidades argumentativas para estructurar su conocimiento a tal punto que puedan comprender los conceptos y comportamientos, llevando a los estudiantes a plantear ecuaciones que describan los esquemas circuitales.

De igual forma, Druker (2001) realizó una investigación sobre relaciones entre las estrategias de argumentación de los estudiantes, el conocimiento conceptual y aprendizaje relacionado con tareas durante la experimentación con 36 estudiantes de grado quinto de 3 escuelas públicas de Indonesia, la evidencia se capturó a través de cintas de video y consistió en realizar entrevistas individuales y tutorías sobre la tarea y los materiales para dejar parejas de estudiantes resolviendo un ejercicio de circuitos eléctricos, y así transcribir sus diálogos y determinar la estructura y veracidad de cada argumento, encontrando que los argumentos basados en el experimento sobre el circuito fue tomado como una estrategia en la resolución del problema y en la mayoría de los casos estos argumentos contaban con el potencial de conducir a una solución, y adicionalmente los análisis narrativos de los errores de los circuitos por parte de los estudiantes no jugó un papel relevante en la solución, más sin embargo brindó oportunidades de aprendizaje. El investigador guío el estudio por el termino introducido por Toulmin (1972) de la ecología intelectual, la cual menciona que el desarrollo del conocimiento y el cambio conceptual se dará de las interacciones entre los individuos, sus entornos intelectuales y situaciones problemáticas (Druker, 2001), lo cual ocurre a través de medios racionales, señalando por Toulmin la necesidad de centrarse en el papel de la evidencia y la estructura de los argumentos como principal herramienta para llevar a cabo este cambio en el conocimiento, reforzando el sentido e impacto de las habilidades argumentativas como medio o estrategia en el aprendizaje basado en problemas

para comunicar resultados en lenguaje matemático con sus respectivos procedimientos, razonamientos y deducciones.

Respecto al proceso metacognitivo de razonar un problema de circuitos eléctricos, Leniz, Zuza y Guisasola (2017), desarrollaron un estudio sobre el razonamiento de los estudiantes al abordar el campo eléctrico y el potencial en la explicación de circuitos resistivos de corriente continua, en el cual analizaron qué tipo de razonamiento usan los estudiantes a nivel microscópico y macroscópico, los conceptos que manejan sobre campo eléctrico y la diferencia de potencial en sus modelos explicativos, resaltando que este conocimiento es primordial para el rediseño e implementación de nuevos enfoques que motiven y favorezcan el aprendizaje de los estudiantes. El estudio se realizó en la Universidad del País Vasco (España) con 141 estudiantes donde se obtuvo que las explicaciones de los estudiantes se categorizaban en 3 modelos de razonamiento principalmente, el más empleado por los estudiantes es el causal simple o lineal que vincula las causas con los efectos de un respectivo acontecimiento, 1/3 de ellos en el relacional que es la capacidad de identificar patrones en un flujo de información, especialmente ligado con procesos algebraicos para relacionar las magnitudes de corriente y resistencia con base a la ley de Ohm y pocos alumnos utilizan el multinivel a escala microscópica para dar explicaciones diferentes del mismo sistema en distintas ocasiones. Este aporte expone los procesos cognitivos que llevan a cabo los estudiantes para comprender y analizar diferentes comportamientos de los circuitos eléctricos, de esta manera da información relevante para plantear actividades para desarrollar un razonamiento complejo y más completo con el que se puedan desenvolver a nivel macro como micro.

Respecto a las categorías mencionadas en esta sección, se evidencia el impacto que tiene la argumentación como estrategia para adquirir conocimiento, especialmente en el área de ciencias.

Realizar ejercicios en los que los alumnos puedan debatir, explicar o razonar favorece su proceso de aprendizaje de manera más efectiva que una metodología tradicional centrada únicamente en resolver ecuaciones. Aunque también se busca fortalecer la resolución de ecuaciones mediante la argumentación, el objetivo principal es que el estudiante alcance un nivel de comprensión tan profundo sobre el fenómeno que, a partir del comportamiento del sistema, sea capaz de describirlo no solo de forma verbal, sino también a través de ecuaciones, comprendiendo de manera precisa las causas de dicho funcionamiento.

2.3 Uso de herramientas digitales – Circuitos eléctricos básicos – Metacognición

La enseñanza de los circuitos eléctricos se ha manejado desde diferentes perspectivas, con el uso de diversas herramientas análogas y digitales, con modelos de aprendizaje y estrategias menos convencionales a esta área del conocimiento.

Covaleda y Sánchez (2020) en su trabajo *“Desarrollo de la habilidad cognitiva desde la argumentación de los estudiantes del grado noveno en el aprendizaje de la electrónica mediado por crocodile clips”* su propósito fue incrementar la habilidad cognitiva en el aprendizaje de la electrónica desde el uso de crocodile clips que es un software de libre acceso y fácil de utilizar. Este trabajo se desarrolló bajo la perspectiva cuantitativa desde la evaluación de los argumentos compuestos por los estudiantes y metodología de investigación descriptiva donde se enfatiza en el sujeto. Por lo que, se logró un incremento en el desempeño de los estudiantes a través de la interactividad del software, dando así, argumentos con mayor complejidad que daban cuenta de la asimilación del concepto y su función. De esta manera se determina que la perspectiva metodológica en relación con la evaluación de los argumentos y el uso de herramientas tipo software contribuyen a los procesos metodológicos de esta investigación.

De igual forma, el uso de estrategias digitales permite el desarrollo de diferentes habilidades en la comprensión de la temática de circuitos eléctricos básicos, de tal forma, Barrera (2021) en su investigación *“Mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes de los grados undécimo, en la temática de circuitos eléctricos básicos, con el uso de los simuladores”* donde estipula como objetivo de determinar el mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes en el materia de física, con la aplicación de un software especializado para la práctica de circuitos eléctricos básicos, por lo que, toma un enfoque cuantitativo comparando los conocimientos previos y posteriores a la implementación, teniendo en cuenta los estudios experimentales, los cuales, establecen una relación entre el concepto y la práctica. De esta manera, después del análisis de la aplicación de la estrategia mediada por la virtualidad, se estableció el aumento de comprensión en conceptos básicos para el entendimiento de la temática, la resolución de problemas de manera autónoma y el desarrollo del aprendizaje practico contextualizado. Por lo que, el uso de herramientas como el software de crocodile technology 3D, permiten la comprensión y análisis de las situaciones a través de la graficación de los problemas y el autoaprendizaje.

Esta interacción entre los ambientes virtuales para el desarrollo del aprendizaje ha dado una apuesta innovadora en el uso de distintos materiales en el aula, tal y como lo expresa Sánchez (2013), en su investigación titulada *“Desarrollar la metacognición mediante el aprendizaje colaborativo en la unidad de circuitos eléctricos con la utilización de material educativo computarizado basado en la simulación”*. Donde se establece el objetivo de mejorar el rendimiento de los estudiantes utilizando los simuladores de circuitos de corriente continua para lograr la metacognición, por lo que, se utilizó una metodología de comparación de conocimientos conocida como ganancia de Hake, lo cual, evidenció que los estudiantes mejoraban el rendimiento al tener un trabajo colaborativo en el cual se enmarca la discusión y argumentación con sus

compañeros, así mismo, el uso y graficación de los ejercicios en el software permitió que los estudiantes reconocieran y entrelazaran a la pieza, con su función y consecuencia o solución. De esta manera, se evidencia que el uso de herramientas digitales posibilita la autonomía de los estudiantes al darles más herramientas interactivas en la solución de problemas vinculados a los circuitos eléctricos, generando así un entendimiento más profundo.

Sin embargo, el estudio de la metacognición ha posibilitado el entendimiento de los procesos de aprendizaje y apropiación del conocimiento, para Mondragón y Saenz (2016) en su estudio “*Estrategias metacognitivas ejecutivas para mejorar el logro de aprendizaje a partir de estilos cognitivos*” plantean como objetivo la evaluación de la incidencia de un ambiente B-learning que cuenta con estrategias metacognitivas y dar información al estudiante según el estilo de aprendizaje que se necesita para alcanzar el logro de aprendizaje, es así, que se establece una modelo de investigación cuasiexperimental, donde se establecen dos test, el pre aplicación para conocer el nivel y los conocimientos previos y el posteriores para considerar los cambios entre la población que se le aplico las estrategias, en comparación al grupo de control. Es así, que se tuvo una evidencia en el incremento de estrategias y el entendimiento de las temáticas de circuito eléctricos básicos, teniendo en cuenta la creación de materiales de multimedia para los diversos estilos de aprendizaje. Considerando lo anterior, se establece la relevancia de usar escenarios educativos complementarios mediados por las Tics, ya que, posibilitan la autonomía y la experimentación de manera efectiva con bajo riesgo, saliendo de lo rutinario, lo cual posibilita la optimización del tiempo en el que se estudia y el repaso de las temáticas.

En contraste con Beleño et, al. (2022), en su investigación “*Ova como mediación tecnológica para la comprensión del circuito eléctrico simple en grado quinto*” establece como objetivo el diseño del Objeto Virtual de Aprendizaje el cual incluye una secuencia didáctica con

el fin de fortalecer los procesos de comprensión del circuito eléctrico en grado quinto del colegio Champagnat ubicado en Ibagué. Por lo que, se estableció un enfoque de investigación mixta con acción participativa, el cual posibilita la comprensión y resolución de las situaciones problemas particulares en relación con su contexto cercano. De esta manera, se evidenció un incremento en la comprensión de las temáticas y posibilitó el desarrollo de nuevas dinámicas en el aula, por lo que, el uso de herramientas tecnológicas y la estrategia del ABP, establece puentes comunicativos entre el docente y el estudiante, lo cual, modifica el papel de cada uno en el aula, desarrollando una autonomía en el aprendizaje, teniendo en cuenta la construcción del conocimiento en el aula.

De esta manera, las anteriores investigaciones presentan un aporte teórico en diferentes ámbitos, considerando que autores como Caycedo (2018), Arteaga Et. al. (2020), Ceferino y García (2016) establecen la metodología del ABP con el fin de potenciar las habilidades de análisis predicción y argumentación de los estudiantes, muestran la estructuración de diferentes problemáticas para la elaboración del contenido en la investigación presente. Por otra parte, las investigaciones que enmarcan la argumentación como tema central tal y como lo expresa Franco y Moreno (2011), Campos et. al (2021), y Rodríguez (2020), potencializa la justificación y estructuración del proyecto, considerando las posibles estrategias que se pueden abordar en el aula y como evidenciar la relación con los procesos metacognitivos, donde las metodologías plantean evidencias relacionadas con la evaluación de estos procesos en los resultados de aprendizaje.

Asimismo, el abordaje de la temática de circuitos eléctricos básicos desde diferentes perspectivas como lo es el desarrollo de la argumentación y la metacognición se puede extrapolar a escenarios de educación virtual, tal y como lo evidenciaron Chinchilla et, al. (2018), Beleño et, al. (2022), y Covaleda y Sánchez (2020), el uso de ambientes de aprendizaje virtuales establecen una relación entre la teoría y la práctica de manera más accesible en cuanto al tiempo que le puede

dedicar el estudiante, además, de que la graficación de los elementos, situaciones y variables, le posibilita al sujeto entender la problemática de manera más concisa con diferentes pruebas, experimentando las posibles soluciones al resolver, por lo que, el entendimiento de estos sucesos llega a ser más profundo y se podrá exteriorizar los argumentos con una complejidad mayor.

Kataria y Sanchez (2020) en su diseño sobre aprendizaje basado en proyectos para circuitos analógicos para los estudiantes de pregrado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de JK Lakshmi Pat en Jaipur, India, mencionan como transitaron sus clases y el proyecto final a medios virtuales a causa del COVID-19 a mediados del semestre, destacan el uso de materiales digitales para fortalecer conceptos con su respectiva discusión sobre el tema en reuniones virtuales, así mismo el uso del software de simulación Microcap 12, videos tutoriales como guía, y el uso del LMS Infrastructure para cargar los resultados de sus trabajos. Del estudio se destaca la importancia del rol docente desde el principio para plantear objetivos, hacer seguimiento de metas, dar y pedir retroalimentación y fortalecer la capacidad en los estudiantes de autodirigirse manteniéndolos motivados para enviar los trabajos y competentes en el aprendizaje de conceptos y habilidades durante el confinamiento.

En otro estudio Ramdhani, Aprillia y Kustiawan (2021) aplicaron el aprendizaje basado en problemas en el LMS del Centro de e-Learning y Educación Abierta (CELOE), con el objetivo de analizar la eficacia del modelo de aprendizaje en la mejora de las habilidades para resolver problemas y su pensamiento crítico en un curso de 34 estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Telkom en Indonesia durante la pandemia del COVID-19, aplicando el método de investigación acción en el aula (CAR), el cual consta de 4 etapas (Planeación, Acción, Observación y Reflexión), encontrando una mejoría en el logro de aprendizaje con base en los pre y post test, adicionalmente de un valor del 78% sobre la efectividad del modelo por mejorar el

pensamiento crítico y la importancia de utilizar foros de discusión como elementos de comunicación activa durante la solución de problemas. El trabajo combina varios enfoques que ocasionan buenos resultados en los estudiantes, es una muestra de que se pueden utilizar plataformas que alberguen actividades mediadas por el ABP para lograr no solo el logro de aprendizaje si no adicionalmente fortalecer el pensamiento crítico, una capacidad que utiliza argumentos para distinguir la información recibida.

Sobre la influencia de entornos virtuales de aprendizaje, Alves, Miranda y Morais (2017) realizaron una investigación para saber cómo afecta el desempeño de los estudiantes los ambientes virtuales de aprendizajes (AVA), haciendo relaciones entre la frecuencia de acceso y el desempeño de 6347 individuos de una institución pública de educación superior durante el año académico 2014-15 en la Universidad de Minho, Portugal. El objetivo principal es encontrar indicadores que ayuden a comprender como dicha interacción favorece el proceso de aprendizaje, así como también conocer al estudiante, sus interés y necesidades para desarrollar estrategias acordes con su población. Recolectó información de investigaciones experimentales y bibliográficas y de las bases de datos del AVA, se caracteriza por ser un estudio cuantitativo con características descriptivas. De los resultados obtenidos se encontró que entre mayor acceso haya, mayor fue el número de unidades aprobadas y menor el porcentaje de estudiantes que reprobaron todas las unidades del curso. Teniendo en cuenta lo anterior, dentro del planteamiento del AVA será necesario contar con una herramienta que pueda administrar el registro de acceso de los estudiantes, de esta manera se tiene un indicador que le ayude a conocer al docente la frecuencia con que el estudiante ingresa al curso y así tomar acciones sobre el entorno, planteando estrategias para mejorar la experiencia y motivar al estudiante a permanecer activo.

Actualmente las asignaturas de ciencia y tecnología recurren a otro tipo de recursos para incentivar y mediar las clases, como el uso de software y hardware que permiten simular comportamientos o fenómenos que ayudan con la comprensión y entendimiento de estos por parte de los estudiantes, adicionalmente la pandemia del COVID-19 aceleró la transición de aulas presenciales a virtuales abruptamente, razón por la cual muchos maestros e investigadores debieron transformar sus clases y focos de estudio al uso y observación de las interacciones en entornos virtuales de aprendizaje. Para este caso la investigación no pretende usar los ambientes virtuales para reemplazar los procesos llevados a cabo en la presencialidad si no como un complemento de esta, donde se desarrollen o fortalezcan una habilidad que les ayude no solo a resolver circuitos si no que puedan aplicarlo en las demás áreas del conocimiento.

3. Marco Teórico

El presente marco teórico se fundamenta en las teorías y conceptos clave que sustentan esta investigación, los cuales buscan justificar y explicar el efecto de la metacognición en el aprendizaje de circuitos eléctricos básicos. Se aborda la metacognición como un proceso esencial para el monitoreo y regulación del aprendizaje, destacando el uso de activadores metacognitivos y su impacto en la construcción de conocimientos significativos. Además, se analiza la argumentación como una habilidad fundamental para estructurar y justificar razonamientos. Se exploran el aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología pedagógica y finalmente, la teoría que hace parte de los circuitos eléctricos.

3.1 Metacognición

Uno de los campos de investigación en la psicología y la pedagogía es la forma de entender como ocurren los procesos de cognición en el aprendizaje del ser humano. Dado esto, la constitución del concepto de metacognición se lleva desarrollando a principios de la década de

los 70, con autores relevantes como Flavell en 1979 y Brown en 1987. Este proceso se define, según Flavell (como se citó en Valencia, 2021) en la capacidad de gestionar y comprender los procesos cognitivos de cada individuo, generando una autoconcepción en el proceso formativo, donde se regulan los procesos de aprendizaje. Asimismo, lo define Meinchenbaum (como se citó en Wolfoolk, 2006) como la conciencia que tienen los sujetos sobre su propio proceso mental y cómo funciona; esto determina la conciencia en el proceso de aprendizaje lleva al desarrollo de la comprensión de las temáticas, teniendo en cuenta, el vínculo del conocimiento con su proceso de asimilación.

Considerando lo anterior, Wolfoolk (2006) establece tres pilares para demostrar la metacognición en el proceso de aprendizaje, el primero se refiere al conocimiento del aprendizaje en cada sujeto, sus dificultades, necesidades y habilidades para comprender el *saber que hacer*, por consiguiente, se encuentra el conocimiento procesal a lo que se refiere en *saber utilizar las estrategias o herramientas* con las que se dispone y por último se encuentra el conocimiento condicional, el cual, a través de los interrogantes de ¿cuándo? Y ¿Por qué?, aplicar el conocimiento y sus estrategias culmina la tarea, por ende, se consolida lo aprendido en la memoria a través del significado que se le da en la resolución de problemas a los que se ve expuesto el individuo.

Es así, que establecer el desarrollo de la “cognición acerca de la cognición”, está mediada por la mejora de ciertas habilidades como la argumentación, comprensión, atención, resolución de problemas y situaciones que enmarquen el desarrollo del autocontrol. (Naranjo y Simbaña., 2014). Asimismo, se resalta que el desarrollo de la metacognición en el estudiante es un proceso introspectivo que puede ser guiado por el docente para llegar al desarrollo de los objetivos

previstos para la comprensión de las temáticas organizando contenido y generando un estado de conciencia más allá de los símbolos.

3.1.1 Activadores metacognitivos

En el ámbito educativo los activadores metacognitivos son herramientas, estrategias o intervenciones que promueven la conciencia metacognitiva en los estudiantes para tomar control de su aprendizaje. Estos activadores juegan un papel fundamental en el desarrollo de habilidades de autorregulación y en el proceso de aprendizaje, ya que incluyen estrategias explícitas para que los estudiantes reflexionen sobre sus procesos académicos, como la autoevaluación, la planificación antes de una tarea, la monitorización durante la tarea y la evaluación al final del proceso, haciendo uso de la autoevaluación, los diarios reflexivos o los cuestionarios, las cuales ayudan a identificar lagunas en su comprensión y las estrategias que necesitan usar para abordarlas (Schraw y Dennison, 1994).

3.1.2 Diagramas decisionales

Diagrama de flujo o de decisión es una estrategia metacognitiva utilizada como instrumento para planear, monitorear y evaluar el conocimiento, fortaleciendo capacidades específicas en cada una de estas 3 fases, como es desarrollar la argumentación de conclusiones claras, un pensamiento creativo al proponer rutas de acción originales, solución de problemas con respuestas alternativas ante situaciones de conflicto dentro y fuera del aula y la toma de decisiones coherentes con su respectiva discriminación de riesgos (Chávez, 2006).

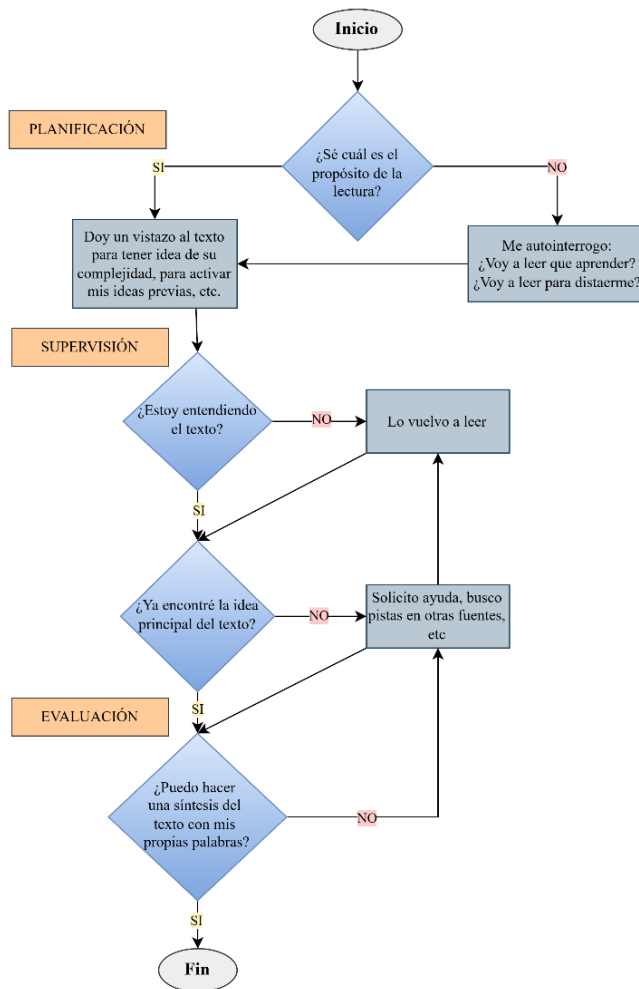
Esta estrategia grafica los procesos que lleva a cabo una persona cuando se enfrenta a un problema, introduciéndolo en el uso de algoritmos a través de la acción de dividir en pasos con el uso interrogantes autoevaluativas de sus acciones y conocimientos en cada etapa de la solución, y así reflexionar sobre las alternativas de este. Tiene un gran potencial en permitir que algunos

procedimientos heurísticos puedan convertirse en herramientas versátiles para aprender más allá de un área específica y quizás de un currículo escolar (Monereo, 2001).

Una de las ventajas de esta estrategia es que estos procesos orientan a la persona cuando actúa sin conocimiento suficiente de los pasos que tiene que dar, de este modo, la planificación puede orientar el nivel de conocimiento y comprensión que se tiene de una tarea o tema que se va a trabajar o preparar (Ossa., et., al, 2016), ya que, el diagrama inicia con el planteamiento de preguntas sobre si sabe de qué se trata la temática o que tanto cree que sabe, de esta forma recorre el flujo dependiendo de si sus respuestas son sí o no, se da un plan de acción y se continúan realizando ejercicios de autorreflexión, hasta que pueda llegar a punto donde entienda que acción correctiva debe realizar para seguir avanzando. Otro de los beneficios es que los diagramas ayudan a los estudiantes a desarrollar argumentos coherentes y bien estructurados, especialmente cuando se enfrentan a tareas complejas de resolución de problemas (Jonassen, 2000), de esta manera analizan las ventajas y desventajas de cada alternativa, preparando al individuo para evaluar y defender sus elecciones en términos de evidencia y razones, lo cual refuerza el proceso de argumentación.

Figura 1

Diagrama Decisional sobre la comprensión de lectura.



Nota. Diagrama de decisión de Chávez (2006) con la estrategia de meta comprensión lectora.

3.1.3 Andamiaje Metacognitivo

En la metacognición existen tres métodos en los que se puede llevar el desarrollo del aprendizaje, uno de ellos es el andamiaje, para Beltrán y Bueno (1995) este método se establece como la ayuda que el profesor, tutor o mediador en el proceso de aprendizaje, le suministra al estudiante para realizar una tarea o ejercicio. Este está ligado a la relación con el desvanecimiento, considerado como, el retiro gradual de la ayuda por parte del profesor, para obtener la solución del

problema por parte del mismo estudiante. Por lo que, se va cambiando la intervención del docente a lo largo de las sesiones pasando de un modelo que interactúa con el problema a un evaluador de las habilidades establecidas por el estudiante para solucionar los problemas.

Asimismo, lo establece Wood, et. al (1976) en cual expresan que la construcción del andamiaje cognitivo depende de las habilidades del sujeto que está aprendiendo, estas herramientas establecen el desarrollo del aprendizaje con una codependencia a la ayuda que necesite el estudiante, por lo cual, se establece que a menor autonomía en el proceso de aprendizaje mayor ayudas, herramientas e intervenciones y a mayor autonomía, desarrollo de habilidades e identificación de soluciones en las situaciones problema, menor intervención por parte del docente. Es así, que la autonomía en los procesos de aprendizajes data de la metacognición desarrollada por los estudiantes, los cuales pueden evaluar las situaciones para dar una solución o una conclusión.

Sumado a eso, en los procesos de aprendizaje se encuentran diferentes habilidades que aportan a la expresión, divulgación e interiorización del conocimiento, una de ellas es la argumentación, la cual teje el puente entre el conocimiento y la divulgación. Esta interacción entre el discurso y el saber posibilita caracterizar el desarrollo de las temáticas en conocimientos superficiales o profundos, por tanto, la exteriorización del saber permite que el estudiante tenga un dominio en el campo de estudio y el apoyo del docente se establece a través del análisis y evaluación del discurso, con el fin de confirmar información o posibilitar herramientas para mejor manejo de los argumentos.

No obstante, la metacognición al ser un proceso cognitivo complejo donde la evaluación del conocimiento es constante, establece un cambio en la conformación de los argumentos, para Bruner (1997) la transformación de la lingüística en cuanto al paso de argumentos ontológicos sobre los eventos en la naturaleza a epistemológicos que se refiere al conocimiento adquirido es a

causa de la metacognición, considerando que, esta establece un proceso de retroalimentación de la información por lo que, se comprueba el conocimiento formulado. Aun así, la transformación del conocimiento de una perspectiva memorística a una analista establece un fortalecimiento en las habilidades comunicativas como la argumentación, dado que, esta exterioriza y articula la comprensión de las temáticas con la realidad de los sujetos.

Andamiaje Fijo. Plantea desde un inicio las temáticas, los objetivos y preguntas para desarrollar durante el curso, sin tener cambios según el avance o resultados parciales del estudiante, la ruta o estrategias de aprendizaje siguen siendo las mismas hasta que terminan todos los contenidos, esto quiere decir que los estudiantes tienen la misma meta de aprendizaje global (Vargas y Martínez, 2010), ofreciendo este tipo de andamiaje independientemente de las diferencias individuales de los estudiantes, impartándose a todo el grupo sin excepciones (Azevedo, Cromley, Moos, Grenne y Winters, 2011; Cho, 2012)

3.2 Argumentación

Por consiguiente, es relevante enfocarse en la habilidad de la argumentación. Desde la antigüedad, los filósofos como Sócrates y Platón (citados por Velarde, 1989) concebían la dialéctica con el objetivo de establecer la conexión entre las ideas y la conformación de las mismas, esta puede ser de forma ascendente, con el objeto de estudio el conocimiento intuitivo a través del progresismo de las explicaciones o de forma descendente, en la cual, se toma la idea como hipótesis y se retrocede hasta llegar al principio, estableciendo así las últimas conclusiones. Aunque la dialéctica en modo de división para Platón relacionaba el preguntarse para evidenciar que relación guardan las ideas restantes con la conclusión, este método llevó a instaurar la importancia de la pregunta en la construcción del conocimiento. De la misma manera lo expresa, Gaarder (1991) para Sócrates el conocimiento está en el interior de los sujetos, el cual debe ser estimulado a través

de la indagación para poder “parir” las nuevas ideas y en conjunto su conclusión, es así, que se constituye el verdadero conocimiento a través del discurso, en función de la coherencia y evidencia de los sucesos ante las situaciones. Esta perspectiva, que vincula la exteriorización del conocimiento con su desarrollo, propone indagar y conectar las ideas para alcanzar un conocimiento profundo, mediante la reflexión y la introspección.

De la misma forma, la argumentación ha trascendido a diferentes campos de conocimiento para Fuentes y Alcaide. (2007) la argumentación desde la lingüística está presente en todo tipo de discurso, el cual, es efectuado por un sujeto, por lo que, se entiende como el proceso donde pasa el discurso de un sujeto para ser convincente para el locutor y mediar así el pensamiento – acción. Del mismo modo, se puede definir como un proceso mediado por la razón en el que, se estructuran los argumentos para llegar a una conclusión donde su finalidad es convencer y persuadir a otros.

A saber, que la argumentación se compone de varios tópicos para ser compuesta, en primer lugar, están los argumentos, como aquellos que establecen la lógica de la opinión, en seguida se cuenta la conclusión implícita o explícita, que se puede derivar de la composición de los argumentos. Por otro lado, se establecen el “topos” como la regla que establece una relación entre los mismos, así mismo, se encuentra la fuente donde derivan los argumentos que lo soportan, por último, el marco argumentativo, el cual se refiere al contexto y escenario donde se desarrolla la argumentación. (Fuentes y Alcaide, 2007)

Ahora bien, aunque se tiene que la argumentación es un proceso lingüístico donde el sujeto, dependiendo de las herramientas, construye su dialógica verbal, la argumentación también es un proceso que da cuenta de los procesos metacognitivos como la resolución de problemas en términos matemáticos. Tal y como lo expresa Linares 2003 (como lo cita Irriate y Sierra. 2011) la argumentación da cuenta de la destreza de diferentes habilidades en la resolución de problemas,

estas habilidades como la comprensión, análisis, comunicación y extrapolar a la explicación matemático, conducen a un pensamiento elaborado donde se evalúan las probabilidades de aplicar el conocimiento en las problemáticas. Considerando lo anterior, el vínculo entre los procesos metacognitivos con la argumentación lleva a la exteriorización del conocimiento, por lo que, se da cuenta de lo aprendido y la forma de asumir las problemáticas que se presenten en determinados contextos.

Esta articulación entre el pensamiento y la argumentación se puede potenciar o guiar por diferentes modelos, tal y como lo establece Toulmin (Díaz, 2009) los argumentos son como organismos, no se pueden definir solo como silogismos, estos van más allá de la lógica, por lo que, la argumentación en ciencias está vinculada a sus postulados. Considerando lo anterior, la reducción o explicación de los argumentos no se pueden definir en solo dos premisas y una conclusión, de esta manera se expresa la complejidad desde seis elementos estructurales:

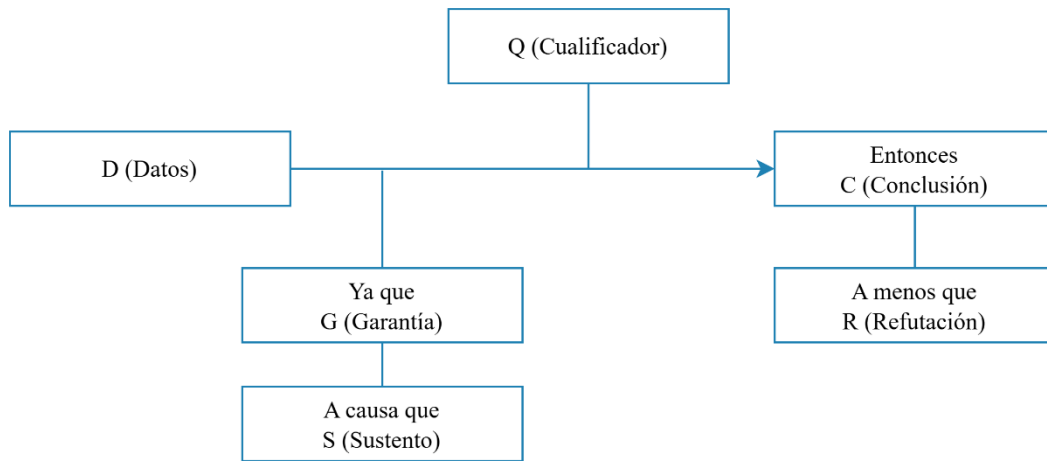
1. La conclusión resumiendo la posición que soporta el argumento (Claim): movimiento entre la evidencia y la aserción.
2. Los hechos que soportan la conclusión (Ground): evidencias.
3. El principio aceptado que soporta la conclusión (Warrant): Garantía
4. Las inferencias que establecen el desarrollo de la conclusión (Backing): Respaldo
5. Una modalidad que pone en relatividad el límite y validez de la conclusión (Modality):
Cualificador modal
6. La refutación de los argumentos que invaliden la conclusión (Rebuttal): Reserva

Es así, que la argumentación se constituye como un proceso cognitivo complejo y dinámico (ver 2) el cual, se puede poner en juicio para dar cuenta de su validez y coherencia, en términos de las evidencias que soportan las conclusiones y si se pueden refutar. Esta perspectiva establece que

el estudiante puede evaluar las posibilidades de resolver una problemática basado en los datos que correspondan para llegar a una solución o conclusión.

Figura 2

Modelo argumentativo de Toulmin.



Nota. Tomado de García (2020).

De la misma manera, la argumentación hace parte de diferentes estructuras metacognitivas tal y como lo expresa Sun (2017), la arquitectura cognitiva CLARION, aunque es un modelo computacional establece la relación entre la representación simbólica, las capacidades psicológicas y otros procesos cognitivos como son la motivación y emoción, teniendo en cuenta las variantes de los subsistemas y los módulos, con el fin de evidenciar una comprensión accesible y holística de la información. Es así, que uno de los procesos más relevantes en la arquitectura cognitiva es la motivación, dada las implicaciones de esta en los procesos de aprendizaje, por lo que, el fortalecimiento de la argumentación establece un análisis de las situaciones problemas para plantear posibles soluciones, esta necesidad parte de una motivación por comprensión del conocimiento, de esta manera, la estructuración de los argumentos que conformen un mayor análisis evidenciara la comprensión de manera holística.

3.3 Aprendizaje basado en problemas

Considerando lo anterior, la forma de articular los conocimientos con el objetivo de aumentar los niveles comunicativos como lo es la argumentación, van ligados a un sistema didáctico al cual se le denomina el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), este sistema lo define Mazanares (2008) desde la importancia de la autonomía del estudiante, dado que, este se involucra de forma activa en su aprendizaje alcanzando hasta una formación autodirigida, considerando que, el estudiante es quien decide si resolver el problema y que conocimientos tomar para solucionarlo. Por lo que, el papel del docente cambia y es un facilitador del proceso. Es así, que este método se caracteriza por estar en disposición al alumno, los problemas son la forma y guía del proceso de aprendizaje y la nueva información se adquiere por el aprendizaje autodirigido.

Aunque el ABP es una perspectiva relativamente nueva, tienen elementos que se fundan desde el constructivismo, por lo que, se potencia el reconocimiento del sentido del aprender y se cuestiona el proceso de aprendizaje desde el individuo, teniendo en cuenta su contexto; además, establece un desarrollo en función del conocimiento, habilidades y actitudes en los procesos de aprendizaje (Mazanares, 2008), de este modo, para tener una solución en los problemas planteados es necesario contrastar argumentos y evaluar el aprendizaje.

De esta manera, su metodología es cíclica, considerando así, que las respuestas dejan más preguntas y por ende que la profundización del tema es mayor, se tienen cuatro tópicos descritos por Mazanares (2008) para el abordaje en el aula, en primer lugar se presenta el problema como fuente de la temática, segundo se identifican las falencias o necesidades de aprendizaje para brindar herramientas, tercero se establece la discusión, dando el aprendizaje de la información y por último se resuelve el problema o se inician nuevas preguntas; potenciando así, las

habilidades de análisis, comparación, argumentación y explicación de las temáticas que se abordan.

3.4 Ambientes virtuales de aprendizaje

Así mismo, los ambientes educativos han desarrollado nuevos entornos de acuerdo con el avance de las nuevas tecnologías, por lo que, el uso de estas en los procesos de enseñanza – aprendizaje han posibilitado el uso de nuevas herramientas en las diferentes temáticas escolares con las que se cuentan en el currículo. Dado esto, las nuevas dinámicas educativas que presentan nuevas características, para Cabero (2006) (como lo cita Quijada, 2014) las características que favorecen al aprendizaje virtual son: la autodeterminación y manejo del tiempo en el alumnado, la combinación de símbolos, lenguajes y recursos, la interactividad que permite el estímulo de los diferentes sentidos en el estudiante, el conocimiento activo, su flexibilidad y disponibilidad en tiempo - espacio. De esta manera, se opta que los escenarios educativos mediados por la tecnología establecen una serie de ventajas para la autodeterminación y autoconocimiento en los procesos formativos de los individuos.

De la misma manera, se establecen los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) como estrategias pedagógicas por las que optan las instituciones para la innovación de enseñanza y aprendizaje en diferentes contextos. Tal y como lo expresa Perrilla (2018) las nuevas generaciones trascienden a los nuevos escenarios educativos dada su cercanía con la tecnología, es complicado dejar el sistema educativo alejado de la innovación, por lo que, los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) reconocen los procesos de formación más allá del aula de clase, donde, las limitaciones de presencia de los docentes o los escenarios educativos se dejan de lado y se establece una autonomía en el sujeto que está aprendiendo.

Por lo que, la planeación y diagramación de la información y los diálogos expuestos de un AVA se debe considerar la trascendencia en la autonomía del estudiante, este concepto que articula el proceso auto formativo con la claridad de los conceptos y el uso de una herramienta tecnológica se denomina andamiaje computacional, tal y como lo expresa Hederich et, al. (2021) los andamiajes en general son guías, herramientas y estrategias que posibilitan el aprendizaje, de esta manera, un tipo de andamiaje computacional está enfocado en la autorregulación del aprendizaje, este proceso, más allá de fortalecer las habilidades y conocimientos en una temática específica, establecen el desarrollo de la metacognición a través de los elementos que instituyen el aprendizaje de manera consciente de como tomar decisiones para el desarrollo de una problemática en específico.

Por ende, la constitución de la interactividad de un AVA que potencialice el desarrollo de la metacognición tendrá diferentes componentes que guíen al estudiante a procesos de reflexión tales como preguntas, afirmaciones y retroalimentaciones, en la investigación de Hederich et, al. (2021) la revisión de publicaciones entorno a las herramientas que se utilizan para el monitoreo, reflexión y retroalimentación son muy variadas, desde chats con Bot, a cuadros de dialogo que establecen rutas de acceso al conocimiento. Es así, que la autonomía del estudiante se provee de diferentes espacios y tiempos que no involucran la presencia del docente de manera activa, por lo que, se establece una autoconciencia en el aprendizaje teniendo varias vías de acceso al conocimiento desde el interés del estudiante.

3.5 Circuitos eléctricos básicos

Los circuitos eléctricos son estructuras fundamentales en el ámbito de la electricidad y la electrónica, ya que permiten la transferencia y el control de la energía eléctrica.

3.5.1 Componentes

Un circuito eléctrico básico está compuesto por elementos esenciales como fuentes de energía, conductores, resistencias, interruptores y, en algunos casos, dispositivos de almacenamiento o conversión de energía.

Fuentes Corriente Alterna. Es el dispositivo que proporciona la energía necesaria para que el circuito funcione. Puede ser una pila, batería o fuente de corriente alterna (AC). Según Floyd (2017), las fuentes de energía son esenciales para generar la diferencia de potencial requerida para el flujo de corriente.

Conductores. Los conductores son materiales, generalmente metales como el cobre o el aluminio, que permiten el flujo de corriente eléctrica. Estos establecen las conexiones entre los diferentes elementos del circuito (Nilsson y Riedel, 2018).

Resistencias. Las resistencias limitan el flujo de corriente y permiten controlar la cantidad de energía que se entrega a cada componente. Su funcionamiento está regido por la Ley de Ohm, que establece que la corriente a través de una resistencia es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia misma (Ohm, 1827).

3.5.2 Leyes Fundamentales de los Circuitos

Dos leyes básicas rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos:

Ley de Ohm. Formulada por Georg Simon Ohm, establece que la corriente (I) que fluye a través de un conductor entre dos puntos es proporcional al voltaje (V) e inversamente proporcional a la resistencia (R), como se observa en la Ecuación 1.

$$I = \frac{V}{R} \tag{1}$$

Leyes de Kirchhoff:

Ley de Corrientes: En cualquier nodo de un circuito, la suma de las corrientes que entran es igual a la suma de las corrientes que salen (Kirchhoff, 1845).

Ley de Voltajes: En cualquier lazo cerrado, la suma de las caídas de voltaje es igual a la suma de las subidas de voltaje.

3.5.3 Aplicación e Importancia

La investigación se enmarca en el estudio de circuitos eléctricos básicos, que requiere una comprensión matemática y gráfica en distintos niveles de conocimiento. Tena (2009) define los circuitos eléctricos como caminos cerrados donde los electrones se desplazan a través de componentes básicos, como generadores, receptores, elementos de mando y conductores, que determinan la actividad de la energía en ambos sentidos. Estas temáticas están profundamente vinculadas con procesos de aprendizaje que incluyen el entendimiento cuantitativo y cualitativo de los fenómenos eléctricos.

Según Valcárcel et al. (1990), comprender los circuitos eléctricos cualitativamente permite que los estudiantes manejen, comprendan e intervengan en procesos próximos a su contexto. Por esta razón, el hecho de realizar asociaciones e implicar circuitos en serie o paralelo al hacerlo y resolver problemas experimentales o tecnológicos, promueve una comprensión mucho más profunda acerca de cómo se comporta una corriente y cómo influye la resistencia o los condensadores, permitiendo una amplia contextualización y asociación entre contenidos, permitirá a los estudiante a interpretar problemas matemáticos y gráficos de manera compleja, lo que les permitirá abordar desafíos experimentales.

Los circuitos básicos tienen aplicaciones de gran alcance, desde dispositivos electrónicos simples hasta sistemas de potencia complejos. Por ejemplo, en los circuitos de iluminación

doméstica combinación de resistencias y fuentes permiten iluminar un cuarto, hacer funcionar los electrodomésticos y cargar dispositivos electrónicos, siendo el estudio de circuitos eléctricos básicos es esencial en la formación en ingeniería eléctrica y electrónica, ya que sienta las bases para comprender sistemas más complejos y aplicar principios científicos a problemas del mundo real (Hambley, 2018) y según Alexander y Sadiku (2016) no se puede diseñar circuitos más avanzados sin primero comprender estos.

4. Metodología

El estudio se realizará bajo un diseño cuasi experimental con dos grupos preestablecidos por la institución académica. Ambos grupos serán expuestos a actividades de argumentación de resolución de problemas básicos en circuitos eléctricos. La condición metacognitiva para el grupo experimental utiliza los diagramas de decisión como herramienta principal para explicar, argumentar y debatir con la máxima confianza y dependencia del Modelo de Toulmin para la construcción de argumentos. Este grupo también contará con un asistente virtual en circuitos eléctricos y en la aplicación de diagramas de decisión y del Modelo de Toulmin, integrando así un andamiaje metacognitivo que guiará el proceso de argumentación. Por su parte, el grupo control recibirá la misma intervención educativa basada en problemas, pero sin el apoyo metacognitivo ni el asistente virtual.

4.1 Diseño de la investigación

La investigación tendrá un enfoque metodológico cuasi – experimental, la cual se fundamenta según León y García (2006) como la metodología investigativa que contrarresta la relación causa efecto, modificando una variable en la población. Por lo que se aplicarán pre y post tests en los dos grupos, dado esto, se comparan las medidas anteriores y posteriores de los dos grupos y se evaluará la incidencia de la estrategia metacognitiva a abordar, es decir, estará centrada

en identificar el efecto que tiene el andamiaje metacognitivo como variable independiente sobre las variables dependientes del logro de aprendizaje de los circuitos eléctricos básicos, argumentación y estrategias metacognitivas.

Las fases de la investigación tienen el siguiente orden:

Fase I – Modelado Cognitivo.

Fase II – Desarrollo e Implementación del AVA.

Fase III – Recolección y Análisis de datos.

Fase IV – Resultados y Conclusiones.

El modelado cognitivo consta de usar la arquitectura cognitiva del aprendizaje conexionista con inducción de reglas adaptativas en línea (CLARION) para recolectar y clasificar información sobre el proceso realizado por un estudiante de 17 años para así dividirlo en cuatro subsistemas que permiten obtener la estructura y los procesos explícitos e implícitos del sujeto. Esta fase tiene como objetivo identificar las dificultades que tiene uno de los estudiantes al resolver un ejercicio, los procesos cognitivos que lleva a cabo internamente para dar solución y cómo aprende, sea correcto o incorrecto el resultado, dando ayudas que incentiven el uso de elementos que hacen parte de la habilidad argumentativa, como describir, escribir de manera verbal o gráfica, llevando el análisis a tal punto que puedan aportar información importante para empezar a estructurar y guiar las actividades del AVA.

4.2 Diseño de Variables

La investigación considera una variable independiente nominal con dos categorías: 1, que corresponde al grupo con andamiaje, y 2, al grupo sin andamiaje. Estas categorías reflejan la

presencia o ausencia de andamiaje en el entorno virtual de aprendizaje, lo que podría influir de manera positiva, negativa o neutral en los resultados, según los datos obtenidos.

Como variables dependientes se tienen en cuenta 4, que derivaban de las pruebas post que evalúan el logro de aprendizaje en circuitos eléctricos básicos, la argumentación y la metacognición. El logro de aprendizaje se evaluó en una escala de 0 a 50, con un valor mínimo de 30 para aprobar, según la escala de evaluación utilizada por la institución. La argumentación se evaluó con dos categorías: habilidades de análisis de argumentos, y toma de decisiones y resolución de problemas (Halpern, 2007). La metacognición se evaluará con una subcategoría estructurada por Duncan, et. al, (2015), la cual se conoce como autorregulación metacognitiva, con esta última variable se contemplan 4 variables dependientes en el estudio, y 4 covariables que son las mismas variables dependientes pero con el valor calculado previamente a la aplicación del AVA.

Para analizar las diferencias entre el grupo experimental (con andamiaje) y el grupo de control (sin andamiaje), se llevará a cabo un análisis multivariado de covarianza (MANCOVA), con el fin de determinar el impacto de la condición de andamiaje sobre las variables dependientes, mientras se controlan las influencias de las covariables.

Tabla 1

Diseño de variables.

Grupo	Andamiaje	Pretest	Pretest	Pretest	Postest	Postest	Postest
		Covariables Argumentación #1	Covariables Metacognitivo #2	Logro #3	#1	#2	#3
#1	Sí	Medida 1	Medida 1	Medida 1	Medida 2	Medida 2	Medida 2
#2	No	Medida 3	Medida 3	Medida 3	Medida 4	Medida 4	Medida 4

Nota: Esta tabla muestra el diseño de la investigación con las variables dependientes que integran las pruebas y una independiente con dos niveles.

4.3. Hipótesis

En este estudio se plantea que el uso de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) mediado por un andamiaje metacognitivo puede contribuir significativamente al desarrollo de habilidades argumentativas en los estudiantes, lo que, a su vez, potenciaría su rendimiento académico en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos. Se espera que, al involucrarse en actividades que fomenten la argumentación y la reflexión sobre los procesos cognitivos, los estudiantes sean capaces de verbalizar y debatir sus razonamientos, lo cual mejorará su comprensión del problema y facilitará la toma de decisiones. La estrategia metacognitiva, al permitir que los estudiantes monitoreen y ajusten sus pensamientos durante la resolución de problemas, puede ser un factor clave en el fortalecimiento de su metacognición, aumentando, en consecuencia, su desempeño en tareas complejas.

Por otro lado, la hipótesis nula postula que no se observarán mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes que interactúan con un AVA que incluye un enfoque metacognitivo. En este caso, se considera que los estudiantes podrían obtener resultados similares a los de aquellos que usan un AVA sin soporte metacognitivo o, incluso, que el enfoque tradicional de enseñanza, basado en la práctica repetida y la resolución de ejercicios sin estrategias de reflexión o argumentación, podría resultar más efectivo en términos de rendimiento académico. Este contraste permite evaluar no solo el impacto de la metacognición, sino también la efectividad comparativa de distintos métodos de enseñanza en el contexto de la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos.

4.4 Población y Muestra

Son 55 estudiantes de grado once de la institución educativa distrital Colegio BosaNova, ubicado en la localidad de Bosa de la ciudad de Bogotá jornada tarde, los cursos se dividen en 1101 con 29 estudiantes en total, el 59% (17) del curso está integrado por mujeres y el 41% (12) por hombres, con una edad promedio de 17 años, y 1102 cuenta con 26 estudiantes, el 34% (9) son mujeres y el 64% (17) son hombres, los estudiantes en este curso tiene una edad promedio de 17 años. El AVA se implementó en la asignatura de Tecnología durante un mes y medio, la cual estuvo a cargo de un docente egresado de la licenciatura en electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, cada curso contaba con un bloque semanal de clase en la sala de sistemas con horarios distintos, de esta manera, se aprovecharon al máximo los recursos disponibles, permitiendo que los estudiantes tuvieran acceso a la plataforma y pudieran interactuar con el contenido del curso durante el horario escolar, adicionalmente, los estudiantes aprovechaban sus tiempos de estudio autónomo fuera de clase para avanzar en los temas desde sus dispositivos móviles, sin embargo, debido a que varios no contaban con computadora propia y, en algunos casos, tampoco con celular, solo podían avanzar en el curso durante las sesiones en el aula de clase.

Los estudiantes del grado 1101 forman el grupo experimental, mientras que los del 1102 integran el grupo de control. Ambos grupos participan en una evaluación del modelo de Toulmin y de la resolución de circuitos, utilizando recursos multimedia como videos, audios y secuencias de pasos. No obstante, aunque ambos grupos son parte del experimento, el grupo 1101 se distingue por incorporar estrategias metacognitivas de aprendizaje, lo que les otorga un enfoque adicional en su proceso educativo. Cada estudiante dispone de sus propias credenciales para acceder al curso y tiene la libertad de avanzar a su propio ritmo, a medida que va completando

las actividades, desbloquea nuevos módulos y tareas, lo que le permite progresar de forma continua hasta llegar al examen parcial y los posttest finales.

4.5 Instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron tres instrumentos, el primero se enfoca en obtener los datos demográficos de los estudiantes y en indagar con qué frecuencia aplican diferentes estrategias de aprendizaje en su proceso académico, el segundo es un cuestionario formulado para evaluar el conocimiento en circuitos eléctrico-básicos de los estudiantes y, por último, un instrumento que permite medir la argumentación a través del planteamiento de situaciones.

El cuestionario de estrategias de aprendizaje y motivación (MSLQ) como instrumento de autoinforme ha pasado por varias versiones, tomando como base para este estudio la versión de 1991, del cual fueron seleccionados los 5 ítems que pertenecen a la categoría de estrategias cognitivas y metacognitivas (ensayo, elaboración, organización, pensamiento crítico y autorregulación metacognitiva) y uno que hace parte de las estrategias de gestión de recursos (tiempo y entorno de estudio). Cada uno de los ítems contiene entre 4 a 8 afirmaciones con su respectiva valoración de 1 a 7, obteniendo como resultado total de cada ítem el promedio de las respuestas que describe cada categoría. (1: Completamente en desacuerdo, 2: Muy en desacuerdo, 3: En desacuerdo, 4: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 5: De acuerdo, 6: Muy de acuerdo y 7: Absolutamente de acuerdo). La confiabilidad del instrumento ha sido ampliamente respaldada en diversas investigaciones. Según López et al. (2012), el cuestionario presenta un alfa de Cronbach de 0.90 en una muestra de estudiantes de grado décimo en Bogotá, Colombia, lo que indica una alta consistencia interna del instrumento. De manera similar, Tinoco et al. (2011) reportaron una confiabilidad de 0.8482 en una institución de educación superior de Santa Marta, lo cual también refleja una buena fiabilidad del cuestionario. Estos resultados corroboran que el MSLQ es un

instrumento confiable para evaluar las estrategias de aprendizaje y motivación en diferentes contextos educativos.

La prueba se administró a través de un formulario de Google, que contenía las 81 preguntas que componen la evaluación en su totalidad. Sin embargo, el análisis se centró en los resultados obtenidos en las subcategorías presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Subcategorías de las estrategias de aprendizaje.

Estrategias cognitivas y metacognitivas		
	Definición	Ej. Preguntas
Ensayo P. 39-46-59-72	Las estrategias básicas de ensayo, como la repetición de listas, son útiles para tareas sencillas y para activar la memoria de trabajo, pero no son efectivas para la retención a largo plazo ni para integrar nueva información con conocimientos previos.	39. Cuando estudio, repaso el material una y otra vez. 46. Cuando estudio, repaso varias veces mis apuntes y lecturas. 59. Para recordar los conceptos importantes memorizo palabras claves. 72. Hago listas de ideas importantes y las memorizo.
Elaboración P. 53-62-64-67-69-81	Las estrategias de elaboración, como la paráfrasis y la toma de notas activa, favorecen la retención a largo plazo al ayudar a los estudiantes a conectar la nueva información con lo que ya saben.	53. Cuando estudio, reúno información de diferentes fuentes, tales como conferencias, lecturas y discusiones. 62. Siempre que sea posible, intento relacionar los conceptos de una asignatura con otros de otros cursos. 64. Cuando leo, intento relacionar los contenidos con lo que ya sé. 81. Intento aplicar las ideas de las lecturas de estudio en otras actividades, como exposiciones y discusiones.
Organización 32-42-49-63	Las estrategias de organización, como la agrupación y la elaboración de esquemas, ayudan a los estudiantes a seleccionar y conectar información, promoviendo un mayor involucramiento y, por ende, mejor rendimiento académico.	32. Cuando estudio, subrayo el material para ayudarme a organizar mis pensamientos. 42. Cuando estudio, repaso las lecturas y los apuntes de clase e intento encontrar las ideas más importantes. 49. Hago cuadros, diagramas o tablas para organizar el material. 63. Cuando estudio, reviso mis apuntes de clase y hago un esquema de los conceptos importantes.

Pensamiento Crítico P. 38-47-51-66-71	El pensamiento crítico implica aplicar conocimientos previos a nuevas situaciones para resolver problemas y tomar decisiones fundamentadas.	38. Frecuentemente cuestiono las cosas que oigo o leo para luego decidir si son convincentes o no. 47. Cuando me presentan alguna teoría, interpretación o conclusión, trato de decidir si hay evidencia suficiente que la soporte.
Autorregulación Metacognitiva P. 33-36-41-44-54-55-56-57-61-76-78-79	La metacognición involucra la conciencia y el control de los procesos cognitivos. Se destaca la autorregulación a través de tres procesos: planificación, supervisión y regulación. Estos procesos ayudan a los estudiantes a organizar, comprender e integrar la información, y a ajustar su enfoque para mejorar su desempeño.	33. Durante las clases, me pierdo de contenidos importantes porque me pongo a pensar en otras cosas. 36. Cuando leo, voy haciendo preguntas para enfocar mi lectura. 41. Cuando no entiendo algo que estoy leyendo para la clase, vuelvo atrás e intento comprenderlo. 44. Si tengo dificultades para entender algo, cambio el método de lectura que estoy usando.
Estrategias de gestión de recursos		
Definición		
Ej. Preguntas		
Tiempo y entorno de estudio P. 35-43-52-65-70-73-77-80	Los estudiantes deben gestionar tanto su tiempo como su entorno de estudio. Esto incluye planificar el tiempo de estudio de manera eficaz y establecer metas realistas, así como crear un espacio de trabajo ordenado y sin distracciones.	33. Durante las clases, me pierdo de contenidos importantes porque me pongo a pensar en otras cosas. 43. Saco muy buen provecho del tiempo que dedico a estudiar. 52. Me es difícil fijar un horario de estudio. 65. Tengo un lugar especial que uso solo para estudiar.

Nota. Esta tabla presenta cinco subcategorías que se derivan de la escala de estrategias cognitivas y metacognitivas, y una subcategoría de la escala de estrategias de gestión de recursos. Sin embargo, la variable a evaluar es la autorregulación metacognitiva.

La prueba de conocimientos fue una elaboración propia con 23 preguntas sobre los componentes, leyes, comportamientos y términos manejados en la enseñanza de los circuitos eléctricos básicos y en la resolución de estos, en unión con ítems que evalúen su razonamiento y toma de decisiones como parte de sus habilidades argumentativas y de solución de problemas. El cuestionario se desarrolló en Lumi, una aplicación gratuita y de código abierto que permite crear contenido interactivo H5P, todas las preguntas son de opción múltiple, donde una de las opciones es no sé para evitar el sesgo de adivinar la respuesta seleccionando aleatoriamente una opción.

Las preguntas son variadas y están diseñadas para estimular diferentes procesos cognitivos en los estudiantes con el fin de que lleguen a la respuesta, tres preguntas se enfocan en relacionar símbolos con componentes físicos, dos en analizar esquemas e identificar su configuración, cuatro en observar un esquema para seleccionar la ecuación que describe el comportamiento o para resolver una incógnita, una pregunta indaga sobre un concepto, tres presentan un problema cuyo resultado es un valor específico, y cuatro describen o mencionan el uso de las leyes de Kirchhoff, con el objetivo de elegir la correcta, también se incluye una pregunta de verdadero o falso sobre una premisa, y por último cuatro situaciones problema que requieren un análisis detallado y la identificación de las posibles acciones a tomar.

Figura 3

Preguntas del cuestionario de circuitos.

The image shows a digital quiz interface with four questions related to circuit theory. Each question is presented in a separate panel with multiple-choice options and a 'Comprobar' (Check) button.

Question 1: Si en un nodo salen las corrientes i_1 e i_3 y la corriente i_2 entra al mismo nodos, ¿Cuál es la ecuación que describe el comportamiento?

- $i_1 = i_2 + i_3$
- No sé
- $i_2 = i_1 + i_3$
- $i_3 = i_1 + i_2$

Question 2: ¿Qué ley establece que la suma de los voltajes en cualquier circuito cerrado es igual a cero?

- Ley de corrientes de Kirchhoff
- Ley de voltajes Kirchhoff
- No sé
- Ley de Watt

Question 3: Si en un nodo salen las corrientes i_1 e i_3 y la corriente i_2 entra al mismo nodos, ¿Cuál es la ecuación que describe el comportamiento?

- $i_3 = i_1 + i_2$
- No sé
- $i_2 = i_1 + i_3$
- $i_1 = i_2 + i_3$

Question 4: ¿A qué elemento pertenece el símbolo dentro de un circuito?

- Fuente de Corriente
- Fuente de Corriente Controlada por Corriente
- Fuente de Voltaje
- No sé

Question 5: ¿Cuál es el voltaje en la resistencia R_1 ? teniendo en cuenta que esta en paralelo a la fuente de voltaje las dos resistencias.

- El voltaje en la resistencia es el mismo de la fuente de voltaje.
- El voltaje a través de la resistencia es cero porque no hay corriente.
- El voltaje a través de la resistencia depende del valor de la resistencia.
- El voltaje a través de la resistencia será la mitad del voltaje de la fuente.
- No sé

Question 6: Al aplicar la Ley de Voltajes de Kirchhoff en la figura se obtiene la siguiente ecuación, seleccione la respuesta correcta.

- No sé
- $V_1 = V_2 + V_3$
- $V = V_3 + V_4$
- $V = V_1 + V_2$

Nota. Elaboración propia en Lumi (2024).

La tercera prueba corresponde a la Evaluación del Pensamiento Crítico de Halpern mediante Situaciones Cotidianas (*Halpern Critical Thinking Assessment using Everyday Situations*, HCTAES), una herramienta diseñada para evaluar la argumentación en contextos de la vida diaria. Este instrumento consta de 25 ítems, distribuidos en cinco categorías principales: razonamiento verbal, análisis de argumentos, prueba de hipótesis, probabilidad e incertidumbre, y toma de decisiones. Cada ítem presenta una respuesta elaborada seguida de una respuesta de elección forzada, permitiendo una evaluación más profunda tanto de las habilidades cognitivas como de la capacidad para estructurar y defender argumentos de manera coherente. La prueba está basada en situaciones cotidianas que no requieren conocimientos previos especializados, lo que lo hace accesible a una amplia gama de individuos. Según Halpern (2003), el pensamiento crítico implica un proceso intencional y razonado para resolver problemas, formular inferencias y tomar decisiones, lo cual está estrechamente relacionado con la capacidad de construir y evaluar argumentos, el puntaje máximo con el que cuenta la prueba es 194, donde 95 corresponden a las preguntas de respuesta elaborada y 99 puntos posibles en la respuesta de opción forzada.

Los estudiantes serán evaluados en cinco habilidades del HTCAES, las cuales se agrupan en pares de preguntas abiertas y de selección múltiple o valoración. Por ejemplo, para la habilidad de hipótesis, la distribución es la siguiente: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 y 9-10. Cada par de preguntas representa una situación, donde el primer numeral corresponde a una pregunta de respuesta abierta y el segundo a una pregunta de opción forzada. Esta misma estructura se repite para las demás habilidades evaluadas.

Tabla 3*Habilidades de la prueba HTCAES.*

Categorías	Definición	Puntaje Máximo
Prueba de Hipótesis 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	Las habilidades en esta categoría reconocen la relación entre el lenguaje y el pensamiento, ya que el lenguaje refleja y moldea nuestras ideas. Incluye identificar conclusiones, evaluar razones y determinar la fuerza de los argumentos, lo cual debe perfeccionarse en la educación universitaria.	41
Razonamiento Verbal 11-12-13-14-15-16-17-18-19- 20	Se utiliza para comprender y defenderse de las técnicas persuasivas presentes en el lenguaje cotidiano (también conocido como lenguaje natural). El pensamiento y el lenguaje están estrechamente relacionados, y las habilidades en esta categoría reconocen la relación recíproca entre ambos, en la que los pensamientos de una persona determinan el lenguaje que usa para expresarlos, y el lenguaje utilizado moldea esos pensamientos.	46
Análisis de argumentos 21-22-23-24-25-26-27-28-29- 30	Las habilidades para identificar conclusiones, evaluar la calidad de las razones y determinar la fuerza general de un argumento deberían perfeccionarse en los cursos universitarios.	22
Probabilidad e incertidumbre 31-32-33-34-35-36-37-38-39- 40	Pocos eventos en la vida pueden conocerse con certeza, el uso adecuado de la probabilidad y la posibilidad es esencial en casi todas las decisiones.	23
Toma de decisiones y resolución de problemas 41-42-43-44-45-46-47-48-49- 50	Implican el uso de múltiples enunciados del problema para definirlo e identificar posibles objetivos, la generación y selección de alternativas, y la evaluación de estas alternativas. Muchas de estas habilidades son especialmente útiles en problemas de razonamiento cuantitativo.	62

Nota. Esta tabla presenta las cinco categorías basadas de la prueba de HTCAES.

El HCTAES presenta un índice Alfa de Cronbach de 0.94, según Fuentes et al. (2020), en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Liceo Panamericano Campestre en Sincelejo, Sucre (Colombia). De manera similar, el estudio de Zambrano et al. (2022) en estudiantes universitarios colombianos reporta un valor de 0.9, lo que evidencia las adecuadas propiedades psicométricas del instrumento y confirma su fiabilidad para medir la capacidad de los individuos para reconocer, analizar y evaluar argumentos dentro de un contexto práctico. Las preguntas de la prueba permiten observar cómo los participantes gestionan la información, identifican supuestos y desarrollan conclusiones lógicas. Además, el HCTAES se presenta en dos formatos: el primero, una respuesta elaborada que evalúa la capacidad de generar una argumentación, y el segundo, una respuesta de elección forzada que mide la habilidad para seleccionar o clasificar los argumentos más adecuados. El manual de la prueba proporciona directrices claras sobre la puntuación y ejemplos de respuestas, lo que permite a los evaluadores identificar con precisión las fortalezas y debilidades en la argumentación de los participantes. De este modo, el HCTAES no solo evalúa el pensamiento crítico en términos de resolución de problemas, sino también la capacidad para construir y analizar argumentos de manera lógica y fundamentada en diversas situaciones.

Figura 4

Ejemplo de la parte 1 y 2 de un mismo enunciado.

Ejemplo – Parte 1	Ejemplo – Parte 2
<p>“Después de un debate televisivo sobre la pena de muerte, se animó a los telespectadores a entrar en la página Web de la cadena de televisión para votar a favor o en contra de esta pena. Durante la primera hora, casi 1000 personas votaron en la Web, con un resultado de aproximadamente la mitad de los votos para cada posición. Al día siguiente, el presentador que anunció los resultados concluyó que la gente de ese país estaba dividida de manera uniforme en el asunto de la pena de muerte”.</p>	<p>Después de un debate televisivo sobre la pena de muerte, se animó a los telespectadores a entrar en la página Web de la cadena de televisión para votar a favor o en contra de esta pena. Durante la primera hora, casi 1000 personas votaron en la Web, con un resultado de aproximadamente la mitad de los votos para cada posición. Al día siguiente, el presentador que anunció los resultados concluyó que la gente de ese estado estaba dividida de manera uniforme en el asunto de la pena de muerte.</p>
<p>Dados estos datos: ¿estás de acuerdo con la conclusión del presentador? O sí O no</p>	<p>Dada esta información, considera cada una de las opciones siguientes y decide si es verdadera o probablemente verdadera. Escribe una (V) al lado de las opciones que sean verdaderas o probablemente verdaderas. Las otras, déjalas en blanco.</p>
<p>Aporta dos sugerencias para mejorar este estudio.</p> <p>a.</p> <p>b.</p>	<p>() Mucha gente fue al ordenador para votar enseguida, antes de que el programa terminara.</p> <p>() Aproximadamente la mitad de las mujeres y la mitad de los hombres están a favor de la pena de muerte.</p> <p>() En el debate, los que defendían las posturas a favor y en contra fueron igual de convincentes.</p> <p>(V) La gente que estaba viendo el programa y votó en su ordenador puede no ser representativa de toda la gente de ese país.</p> <p>() La gente que votó probablemente se siente más implicada emocionalmente en el tema que los que no votan.</p>
<p>A continuación tienes un ejemplo de posible respuesta</p>	<p>A continuación tienes un ejemplo de posibles respuestas con una explicación para cada una de ellas.</p>
<p>Dados estos datos ¿estás de acuerdo con la conclusión del presentador? O sí O no</p>	<p>(V) Mucha gente fue al ordenador para votar enseguida, antes de que el programa terminara. (Explicación: “creemos que en las primeras horas casi 1000 personas votaron”, de modo que es razonable concluir que mucha gente votó enseguida, antes de que el programa terminara).</p> <p>() Aproximadamente la mitad de las mujeres y la mitad de los hombres están a favor de la pena de muerte.</p>
<p>Aporta dos sugerencias para mejorar este estudio.</p> <p>a) Intentaría conseguir una muestra que sea más representativa del país, y no utilizar solo como muestra a las personas que pueden utilizar Internet para responder.</p> <p>b) No confiaría en la opinión de la gente que ve estos programas para saber lo que piensa la gente de este país.</p>	

Nota. Tomado del Cuadernillo de la prueba HTCAES (2006).

El tratamiento y almacenamiento de los datos se realizará con el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) desarrollado por International Business Machines Corporation (IBM), para obtener los estadísticos descriptivos, las correlaciones, el análisis de varianza, entre otros valores con el fin de analizar la población principalmente con los resultados en el logro de aprendizaje de los estudiantes que estuvieron bajo un andamiaje metacognitivo que fortalece la argumentación en la resolución de circuitos eléctricos básicos, por lo tanto, del procesamiento de datos y el análisis detallado de todas las técnicas estadísticas aplicadas, se obtendrán los resultados del estudio. Recolectando y analizando datos pre y post de

los resultados tomados en los diferentes instrumentos, trazando una ruta de cómo estaba el estudiante en un estado inicial y como fue el impacto del proceso en su estado final de aprendizaje.

4.6 Diseño del ambiente de Aprendizaje

El diseño del AVA tomó en cuenta los resultados del modelado cognitivo de un estudiante de 17 años, de grado once, quien no tenía conocimientos sobre el análisis de circuitos eléctricos básicos, ni sobre esquemas, componentes ni ecuaciones de circuitos. El objetivo fue analizar el proceso de argumentación en la resolución de un problema relacionado con un diagrama de circuito eléctrico, permitiendo identificar los procesos cognitivos involucrados en la argumentación y resolución de problemas, reconocer la secuencia de pasos utilizada para abordar el problema y describir el nivel de avance alcanzado por el estudiante tras completar el ejercicio.

Modelado cognitivo

La actividad se dividió en dos etapas. La primera consistió en indagar los conocimientos previos del individuo, con el fin de evaluar su comprensión sobre el tema, los componentes, las unidades, las ecuaciones, entre otros aspectos. De esta manera, se estableció una base para medir el nivel de entendimiento del estudiante en relación con los circuitos eléctricos básicos, a través de las preguntas presentadas en la Tabla 4.

Tabla 4

Preguntas de conocimientos previos.

Preguntas
<ul style="list-style-type: none">• ¿Cuál es la orientación correcta del esquema?• ¿Cuál es el símbolo de una resistencia eléctrica?• ¿Cuál es el símbolo de una fuente de voltaje o de corriente?• ¿Cuáles son las unidades de medida de la resistencia?

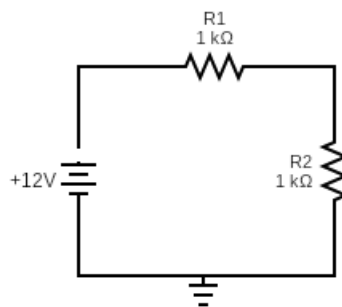
-
- ¿Cuáles son las unidades de medida del voltaje?
 - ¿Cuáles son las unidades de medida de la corriente?
 - ¿Qué es un nodo?
 - ¿Qué es una malla?
 - ¿Cuántos nodos y mallas hay en el diagrama?, señálelos.
 - ¿El circuito se está alimentando a través de una fuente de voltaje o de corriente?
 - ¿Qué es la ley de Ohm y cuál es su fórmula?
 - ¿Conoce la ley de corrientes y voltajes de Kirchhoff?
-

Nota: Esta tabla muestra las preguntas utilizadas en la indagación de cocimientos previos.

La segunda etapa consistió en observar al estudiante mientras resolvía el ejercicio, prestando atención a sus gestos, movimientos, expresiones verbales y trazos sobre la hoja. Además, se incluyeron las intervenciones del docente, quien actuó como guía para dirigir al estudiante, dado que carecía de las bases matemáticas, teóricas y conceptuales necesarias sobre los circuitos eléctricos básicos. El ejercicio se presentó en dos modelos: uno sin los valores ni las referencias de los componentes del circuito, y otro que incluía dicha información (Figura 5).

Figura 5

Circuito de prueba.



Nota. Elaboración propia con circuit-diagram.org (2024).

De las anteriores etapas se transcribieron los diálogos y monólogos del estudiante, resaltando los gestos y movimientos mientras soluciona el ejercicio, segundo a segundo. Del análisis de vocabulario de procesos cognitivos se obtienen las siguientes conclusiones.

En la ejecución del ejercicio se evidenció una serie de falencias conceptuales y procedimentales que impidieron un desarrollo autónomo del circuito eléctrico. A pesar de esto, se destaca que el estudiante realiza un proceso de argumentación desde sus presaberes y los obtenidos durante los procedimientos desarrollados, lo cual en ocasiones produce inferencias erróneas pero que el estudiante valida debido a sus saberes.

Por otro lado, el proceso de resolución de problemas observado en el sujeto es bastante limitado, debido a deficiencias en habilidades clave como el análisis, la abstracción y la toma de decisiones, que se realizan de manera incorrecta. Esto da lugar al establecimiento de relaciones inadecuadas entre los componentes. Una posible explicación para este comportamiento es el desconocimiento de los componentes del circuito, así como de sus definiciones y características, lo cual dificulta que el estudiante interprete correctamente el diagrama. Sin embargo, el sujeto demuestra capacidad para manipular las ecuaciones y los conceptos de tal manera que, con la intervención del docente, logra hallar casi inmediatamente uno de los valores. Para los demás valores, fue necesario repetir el proceso e incentivar la verbalización de lo que no comprendía, de modo que, a través de este procedimiento, el estudiante pudiera organizar la información que había almacenado en pocos minutos y aplicarla correctamente para obtener el resultado adecuado. Además, el nivel de aprendizaje alcanzado por el estudiante se reduce a identificar nuevos conceptos, las relaciones que se puedan establecer entre estos y la existencia de la Ley de Ohm para el desarrollo de circuitos

A partir de los resultados obtenidos, se han identificado los temas fundamentales e iniciales que deben recibir un énfasis particular en la enseñanza de circuitos eléctricos, dando la base para modelar el ambiente de aprendizaje, delineado las estrategias que podrían implementarse para mejorar las habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas, enfocándose en la argumentación y la segmentación de pasos. En este sentido, se propone el uso del modelo de Toulmin como herramienta guía para estructurar argumentos válidos en ambos contextos. Complementariamente, se diseñarán actividades que fomenten la verbalización, argumentación y explicación detallada por parte del estudiante, abordando cuestiones clave como *el cómo, por qué, qué y cuál es el camino* para llegar a la solución del problema.

En el contexto experimental, se pondrán a prueba los diagramas de decisión, una herramienta que facilita al estudiante la planificación, monitoreo y evaluación de sus procedimientos y acciones. Asimismo, se incluirá una sección de preguntas metacognitivas que permita al estudiante autogestionar su proceso de aprendizaje, promoviendo la reflexión sobre su desempeño y las expectativas de este. Por último, se implementará el apoyo de un agente virtual, capaz de responder tanto preguntas relacionadas con el área de conocimiento principal del curso, como con consultas referidas al andamiaje y la aplicación del modelo de Toulmin, ofreciendo así un recurso adicional para consolidar el aprendizaje.

4.7 Descripción del ambiente de aprendizaje

Sistema de gestión de aprendizaje - LMS

El gestor de aprendizaje donde está alojado el AVA es Moodle, una plataforma de enseñanza y organización escolar con múltiples herramientas que lo hace ser una plataforma fácil de usar e intuitiva con el usuario. De acuerdo con la página oficial de Moodle, sus servicios y productos lo hacen ser el sistema de gestión de aprendizaje de código abierto más personalizable

y confiable en el mundo, logrando el fin de su creador Martin Dougiamas, sobre llevar la educación más allá de la presencialidad o aulas físicas y lograr calidad de este derecho en cualquier parte del mundo. Permite crear toda un aula virtual según los requisitos que tiene el docente en su programación de la asignatura, dándole un rol de editor para crear actividades en las diferentes modalidades que ofrece, programar tareas, videoconferencias, subir cualquier tipo de material multimedia y generar reportes generales del curso.

Gestión de recursos del AVA

Se plantea una unidad con 3 módulos enfocados en la teoría y práctica, adicionalmente dos secciones, una para los pre tests y otra para la evaluación final, cada módulo tiene su propia actividad evaluativa, el primer módulo se enfoca en la estructura de un argumento, ecuaciones lineales, una actividad que está presente tanto en los dos grupos como en cada módulo con una pequeña variación en la dificultad de las ecuaciones, y terminología básica de circuitos, el segundo se enfocará en introducir a los estudiantes a los componentes básicos de un circuito, tanto en su apariencia física como simbólica, adicionalmente las partes de un circuito, resistencia equivalente y configuraciones, y el tercer módulo se centra en la ley de Ohm y Kirchoff, regla de Kramer y análisis de diagramas. En resumen, son los temas que comparten los dos ambientes, sin embargo, cada uno tiene diferentes enfoques y presentación de los temas, por lo tanto, se realizará la descripción de cada parte de los dos cursos en el mismo orden, pero distinguiendo que contiene un curso a comparación del otro.

Figura 6

Banner del curso.

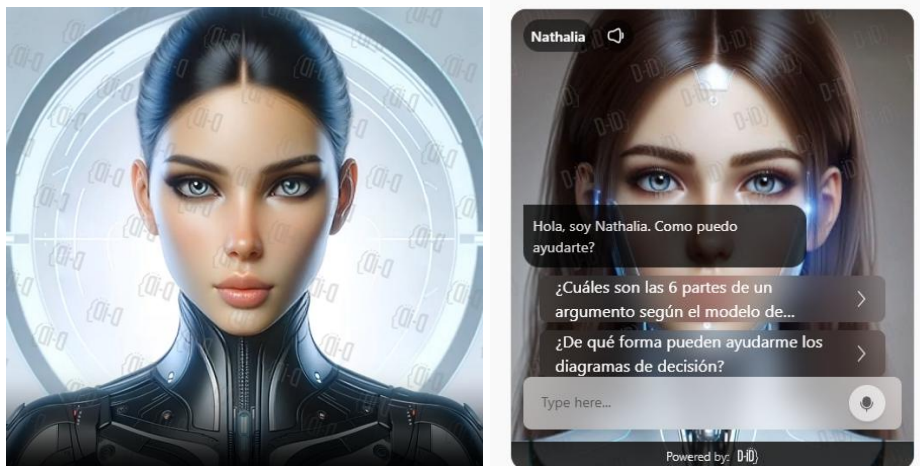


Nota. Elaboración propia con PowerPoint (2024).

Los cursos se titulan 'Argumenta el circuito' y las presentaciones e intervenciones en los módulos se llevan a través de un personaje, el cual toma otro papel en el grupo experimental donde se convierte en el asistente que responde en el chat Bot.

Figura 7

Tutor del curso.



Nota. El personaje hace referencia al tutor que va explicando y guiando al estudiante por el curso, y como luce en el Chat Bot. Imagen y chat Bot de D-ID (2024).

La primera parte del curso inicia con la sección denominada "General", en la cual se incluyen aspectos fundamentales como la bienvenida, los contenidos del curso, el syllabus, los créditos académicos y un foro de interacción. Es relevante destacar que tanto los contenidos como el syllabus y los créditos fueron personalizados para ajustarse específicamente al curso en cuestión, garantizando una experiencia de aprendizaje adaptada a las temáticas de este, no sólo en esta parte si no en toda la unidad.

La siguiente sección se destinó para los pre tests, aquí se observan los tres instrumentos destinados a aplicar, dos se presentan en un formulario de Google Forms embebido en el Moodle y una actividad de H5P incrustada como contenido SCORM.

Los módulos del grupo experimental incluyen preguntas metacognitivas al inicio y al final de cada uno, un ejemplo de las preguntas se encuentra en la Tabla 5. En estos espacios, se invita al estudiante a valorar su aprendizaje, identificar los procedimientos utilizados y reflexionar sobre su desempeño en cada módulo.

Tabla 5

Preguntas metacognitivas.

Indagaciones
<ul style="list-style-type: none">• Del 1 al 10, ¿Qué tan preparado te sientes para abordar las temáticas del módulo?• Del 1 al 10, ¿Qué tan difícil encuentras el módulo?• ¿Qué nota podrías obtener en una actividad de ecuaciones de primer grado? (1-10)• Del 1 al 10, ¿Cuál sería la nota final del módulo?• ¿Cuánto tiempo usarás para finalizar el módulo 1?, responde en horas (1 – 200)• ¿Qué estrategias de aprendizaje planeas utilizar para abordar en este módulo?, y ¿Por qué?

-
- ¿De qué manera organizarás tu tiempo y recursos para estudiar y completar las tareas del módulo?
 - Del 1 al 10, ¿Cuánto sabes sobre el Modelo de Toulmin? y ¿Qué sabes?
 - Del 1 al 10, ¿Cuánto sabes sobre los Diagramas de Decisión? y ¿Qué sabes?
-

Nota: Esta tabla muestra las preguntas previas al desarrollo del Módulo 1. Se elaboraron de acuerdo con las temáticas de esa sección (2024).

Además, la teoría se presenta mediante diagramas de decisión, los cuales permiten visualizar cómo, a partir de una pregunta sobre el tema, se desarrolla el contenido y se resuelven ejercicios de circuitos. Estos diagramas facilitan la descripción y el análisis detallado del paso a paso en la resolución de los problemas, promoviendo una comprensión más profunda y estructurada del proceso.

Modulo 1.

Figura 8

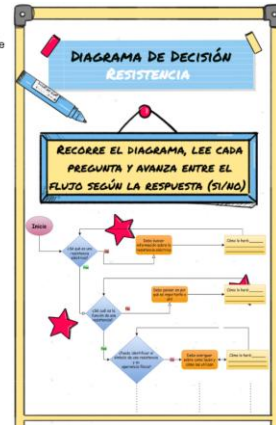
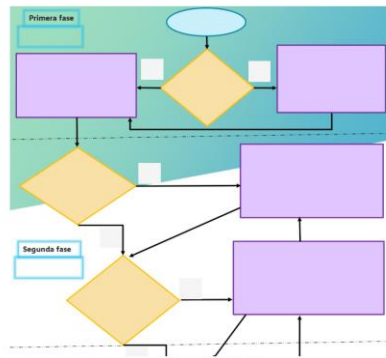
Banners del Módulo 1.



Nota. Diseño de la etiqueta del Módulo 1 para el ambiente de control y el experimental. Elaboración propia con Power Point (2024).

Está diseñado para proporcionar una comprensión integral de la estructuración de argumentos utilizando el modelo de Toulmin, así como para desarrollar habilidades críticas esenciales. Este módulo comienza con una introducción detallada al modelo de Toulmin,

Cuando terminas de leer un texto ¿sabes cuál fue el propósito de la lectura inmediatamente?... Recorre el siguiente flujo de decisiones para verificar el proceso de comprensión de lectura



Nota. Diferentes actividades que fueron utilizadas en el Módulo 1. Elaboración propia con H5P y Genially (2024).

Modulo 2.

Figura 10

Banners del Módulo 2.



Nota. Diseño de la etiqueta del Módulo 2 para los ambientes de control y experimental. Elaboración propia con Power Point (2024).

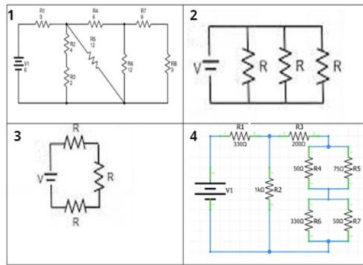
En este módulo se tratan temas importantes como el código de colores de las resistencias, la identificación de mallas y nodos en un circuito, y las configuraciones en serie y paralelo, todo ello acompañado de una actividad interactiva para reforzar el aprendizaje. Además, se proponen tres actividades que estimulan la aplicación de diferentes procesos cognitivos en la resolución de problemas. La primera actividad consiste en presentar un diagrama de circuito que debe ser

simplificado, pidiendo al estudiante que realice el dibujo y las operaciones correspondientes paso a paso. La segunda actividad incluye dos ejercicios: en el primero, el estudiante debe dibujar un circuito a partir de la descripción de un esquema; en el segundo, debe representar un circuito a partir de una ecuación que describe el comportamiento de dicho esquema. Finalmente, la tercera actividad consiste en describir un circuito que se presenta en una imagen. Este enfoque metódico, que descompone los problemas en pasos más simples, no solo ayuda a los estudiantes a entender los fundamentos de los circuitos eléctricos, sino que también les permite aplicar de manera práctica los principios matemáticos, desarrollando habilidades clave para resolver problemas de forma estructurada, mejorando su capacidad para analizar, visualizar y aplicar conceptos en situaciones reales. Esto, a su vez, refuerza su comprensión integral de los circuitos eléctricos y fomenta el pensamiento crítico en la toma de decisiones técnicas.

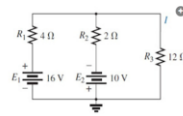
Figura 11

Actividades del Módulo 2.

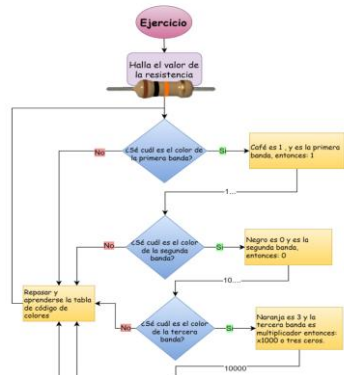
Observa el circuito en la imagen y selecciona las mallas.



Usa el diagrama para comprender el problema y repasar el código de colores.



Describe el circuito con mucho detalle, a tal punto que la persona que escuche o lea la descripción pueda dibujarlo con la misma cantidad de fuentes con su respectivo valor y tipo, la misma cantidad de resistencias, sus valores, nombres de referencia y conexiones.



EJERCICIO #2 PISTAS

A partir de la siguiente ecuación:

1. Dibuja el circuito con sus respectivos elementos y valores. ⊗

2. Crea un diagrama de decisiones sobre las sentencias que seguiste o tomaste para hallar el voltaje en VA. ⊗

ECUACIÓN

$$\frac{V_{f1} - V_A}{10\Omega} = \frac{V_A}{40\Omega} + \frac{V_A - V_{f2}}{20\Omega}$$

ENTREGABLES

Un archivo con la imagen de circuito, el diagrama de decisiones y la solución para hallar el voltaje VA. ⊗

Nota. Diferentes actividades que fueron utilizadas en el Módulo 2. Elaboración propia con H5P y Genially (2024).

Módulo 3.

Figura 11.

Banners del Módulo 3



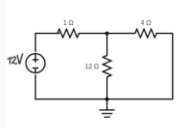
Nota. Diseño de la etiqueta del Módulo 3 para los ambientes de control y experimental. Elaboración propia con Power Point (2024).

El módulo comienza con una introducción a la Regla de Cramer, una herramienta matemática clave para resolver sistemas de ecuaciones lineales, que ofrece a los estudiantes un enfoque estructurado para obtener soluciones precisas. Luego, se explora la Ley de Ohm y las Leyes de Kirchhoff, principios fundamentales para el análisis de circuitos eléctricos, y se presentan una serie de ejercicios prácticos que permiten a los estudiantes aplicar estas leyes en la resolución de problemas complejos. Además, se incluyen videos explicativos que muestran un ejercicio y su resolución paso a paso, comenzando desde el enunciado del problema. Los estudiantes aprenderán a combinar la Regla de Cramer con las Leyes de Kirchhoff para descomponer y resolver circuitos con múltiples incógnitas, lo que fortalecerá su comprensión y habilidades en el análisis de sistemas eléctricos. Este módulo integra tanto conceptos teóricos como prácticos, mejorando la capacidad de los estudiantes para resolver problemas en circuitos eléctricos y en matemáticas aplicadas.

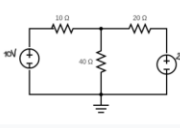
Figura 12

Actividades del Módulo 3.


1. Hallar la corriente en cada malla.



2. Hallar el voltaje en la resistencia de 40Ω



3. Hallar el voltaje en la resistencia de 40Ω



Arrastra las respuestas que corresponden a cada sistema de ecuaciones.

Nota: Estas ecuaciones representan matemáticamente un circuito, y al despejarlas se obtiene el voltaje de los nodos o la corriente de las mallas.

1. Al resolver por LCK un circuito se obtuvieron 2 ecuaciones:

- Nodo 1: $6 = V1 \times 0,75 - V2/2$
- Nodo 2: $4/3 = V2 \times 1 - V1/2$

Por lo que $V1 =$ y $V2 =$

2. Resolviendo un circuito por ley de voltajes de Kirchoff se obtuvieron 3 ecuaciones, cada una corresponde a una malla:

- $I1 + I2 - I3 = 3$
- $3 \times I1 - 1 \times I2 + 2 \times I3 = 9$
- $2 \times I1 - 2 \times I2 - 3 \times I3 = 0$

Entonces el valor de $I1 =$, $I2 =$ e $I3 =$

3. Al resolver un circuito por LVK se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

- Malla 1: $I1 + 2 \times I2 = 16$
- Malla 2: $2 \times I1 - I2 = 3$

La malla 1 es igual a y la malla 2 es igual a

3.51V
0.678V
5.8A
4.4A
-1A
-4.1V
30V
2A
10A
8V
-7.2A
1.54A
80V
1A
0.003A

Dado el sistema de ecuaciones lineales de la imagen:

$$\begin{cases} 5x - 2y = -2 \\ -3x + 7y = -22 \end{cases}$$

Resuelve el sistema utilizando la Ley de Cramer para hallar los determinantes y proporciona los valores de X, Y como respuesta.

responde utilizando el siguiente formato:
x=valor, y=valor

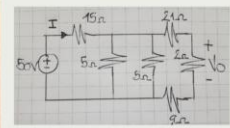
EJERCICIO

Observa el circuito y cumple con las siguientes instrucciones en el entregable:

1. Crea un enunciado solución para el circuito, acorde con las incógnitas que se muestran.
2. Identifica los nodos, las mallas, asigna la polaridad a cada componente y el sentido de la corriente.
4. Escoge una de las leyes de kirchoff, plantea las ecuaciones principales y entrega los resultados.
5. Escoge un método y argumenta el por qué lo escogiste.

ENTREGABLES

Crema un video donde expliques el procedimiento y des tus argumentos.



Nota. Diferentes actividades que fueron utilizadas en el Módulo 3. Elaboración propia con H5P y Genially (2024).

Módulo Evaluación.

Figura 13

Banners de evaluación.



Nota. Diseño de la etiqueta de la evaluación para los ambientes de control y experimental. Elaboración propia con Power Point (2024).

La evaluación de la unidad culmina en un desafío integral en el que los estudiantes deben analizar un circuito desde cero, desglosando el problema en pasos detallados y proporcionando una explicación exhaustiva basada en las leyes de Kirchhoff y otros conceptos aprendidos. Además, la evaluación incluye los post test de los tres instrumentos que se midieron al inicio del curso; la prueba de Halpern, la evaluación conocimientos y el MSLQ.

Esto basado en la implementación del andamiaje metacognitivo, en el cual a través del conocimiento de saberes previos en los estudiantes se tendrá en cuenta la complejidad con la que se inicien los módulos, dando paso a la explicación de las funciones, tópicos y conceptos bases para entender la temática en el AVA. Concordando con Beltrán y Bueno (1995) y Wood et, al. (1976) la relación del desarrollo del andamiaje metacognitivo con la argumentación es brindar las herramientas para que el alumno llegue a ser parte de su propio conocimiento, por lo que, al pasar los módulos el estudiante podrá tener una mayor autonomía para establecer sus propias conclusiones y formular los argumentos adecuados a través del análisis de las problemáticas. De esta manera, el papel del docente es ser un guía el cual brinda las herramientas necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico, evidenciado en la complejidad de los argumentos que constituyan los estudiantes, a medida que avancen en la complejidad y relación de términos

5. Resultados y Discusión

Comprobando la normalidad de las variables independientes, se observa que la asimetría se encuentra entre -2 y 2, mientras que la curtosis se sitúa entre -7 y 7. Estos valores son considerados aceptables para una distribución univariante normal, de acuerdo con los criterios establecidos por George y Mallery (2010) para la asimetría, y por Hair et al. (2010) y Byrne (2010) para la curtosis, siguiendo también las reglas propuestas por Kline (2011). Estos hallazgos confirman que las variables independientes cumplen con los supuestos de normalidad, lo cual es

esencial para garantizar la validez de los análisis estadísticos paramétricos realizados. Al cumplir con este criterio, se reducen posibles sesgos en la interpretación de los datos y se refuerza la fiabilidad de las conclusiones obtenidas en este estudio.

La prueba de Box indicó que las matrices de varianzas-covarianzas son homogéneas, cumpliendo con la suposición, ya que la significancia fue mayor a 0.05 con [F (10, 13049) = 1.213, p = 0.277]. Por otro lado, el análisis con el Lambda de Wilks validó que las covariables del análisis cumplen con la homogeneidad de los hiperplanos de regresión, con diferencias significativas en la variable de autorregulación metacognitiva: Wilks' $\Lambda = 0.759$, F (4, 42) = 3,340 p = 0.018, multivariado $\eta^2 = 0.241$, lo cual se observa en la siguiente tabla.

Tabla 6

Pruebas Multivariantes.

Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	,415	14,808 ^b	4,000	42,000	,000
Logro de aprendizaje	,613	6,641 ^b	4,000	42,000	,000
Argumentación	,173	50,347 ^b	4,000	42,000	,000
Autorregulación Metacognitiva	,759	3,340 ^b	4,000	42,000	,018
Toma de decisiones y Solución de problemas	,196	43,029 ^b	4,000	42,000	,000
Software	,824	2,236 ^b	4,000	42,000	,081

Nota: Esta tabla muestra los resultados de las pruebas multivariantes. Elaboración propia.

Este hallazgo coincide con los estudios de autores como Caycedo (2018) y Ceferino y García (2016), quienes destacan que estrategias bien diseñadas en ambientes controlados tienden a mostrar consistencia en los resultados, permitiendo una comparación efectiva entre grupos.

La prueba de inter sujetos se observaron diferencias significativas entre el uso del software y la metacognición [$F(1, 207143) = 6.885, p = 0.012, \text{parcial } \eta^2 = 0.133$], lo que refuerza la importancia de la intervención pedagógica en el desarrollo de habilidades específicas, como también lo sugieren Rodríguez (2020) y Kaçar y Balim (2021), quienes subrayan el impacto positivo del aprendizaje basado en argumentos en el desarrollo de competencias científicas y conceptuales.

La muestra de la variable independiente sin andamiaje consistió en 26 estudiantes, mientras que la muestra con andamiaje fue de 29 estudiantes. A continuación, se presenta la tabla con los estadísticos descriptivos.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos.

VARIABLES DEPENDIENTES	SOFTWARE	MEDIA	DESVIACIÓN	N	
POST					
	Logro de aprendizaje	Con Andamiaje	32,152	9.95	29
		Sin Andamiaje	33,089	7,54	26
	Total	32,595	8,826	55	
Autorregulación Metacognitiva					
		Con Andamiaje	58,8621	6,16861	29
		Sin Andamiaje	57,4231	7,71063	26
	Total	58,1818	6,91239	55	

Argumentación	Con Andamiaje	18,1379	7,05450	29
	Sin Andamiaje	19,8462	6,65548	26
	Total	18,1379	7,05450	29
Toma de decisiones y Solución de problemas	Con Andamiaje	38,8276	5,80682	29
	Sin Andamiaje	36,9231	6,76416	26
	Total	37,9273	6,29184	55

Nota: Esta tabla muestra los estadísticos descriptivos del MANCOVA. Elaboración propia.

De acuerdo con los datos resultantes del MANCOVA, se encontró una mejoría en la metacognición cuando se aplicó el andamiaje.

Tabla 8

Prueba de los efectos inter-sujetos.

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Logro de aprendizaje	1884,431a	9	209,381	4,057	,001
	Autorregulación Metacognitiva	1226,255d	9	136,251	4,529	,000
	Argumentación	2134,786b	9	237,198	26,287	,000
	Toma de decisiones y Solución de problemas	1733,817c	9	192,646	21,464	,000
Intersección	Logro de aprendizaje	617,153	1	617,153	11,958	,001
	Autorregulación Metacognitiva	1206,865	1	1206,865	40,112	,000
	Argumentación	0,057	1	822,137	21,774	,000
	Toma de decisiones y Solución de problemas	34,134	1	34,134	3,803	,057

Logro de aprendizaje	Logro de aprendizaje	1151,131	1	1151,131	22,305	,000
	Autorregulación Metacognitiva	1,251	1	1,251	,042	,839
	Argumentación	30,269	1	30,269	3,354	,074
	Toma de decisiones y Solución de problemas	12,856	1	12,856	1,432	,238
Argumentación	Logro de aprendizaje	84,487	1	84,487	1,637	,207
	Autorregulación Metacognitiva	3,480	1	3,480	,116	,735
	Argumentación	1754,803	1	1754,803	194,474	,000
	Toma de decisiones y Solución de problemas	,619	1	,619	,069	,794
Autorregulación Metacognitiva	Logro de aprendizaje	398,921	1	398,921	7,730	,008
	Autorregulación Metacognitiva	198,481	1	198,481	6,597	,014
	Argumentación	3,678	1	3,678	,408	,526
	Toma de decisiones y Solución de problemas	1,170	1	1,170	,130	,720
Toma de decisiones y Solución de problemas	Logro de aprendizaje	44,641	1	44,641	,865	,357
	Autorregulación Metacognitiva	64,313	1	64,313	2,138	,151
	Argumentación	23,559	1	23,559	2,611	,113
	Toma de decisiones y Solución de problemas	1409,914	1	1409,914	157,087	,000
Software	Logro de aprendizaje	11,019	1	11,019	,214	,646
	Autorregulación Metacognitiva	207,143	1	207,143	6,885	,012
	Argumentación	,434	1	,434	,048	,827

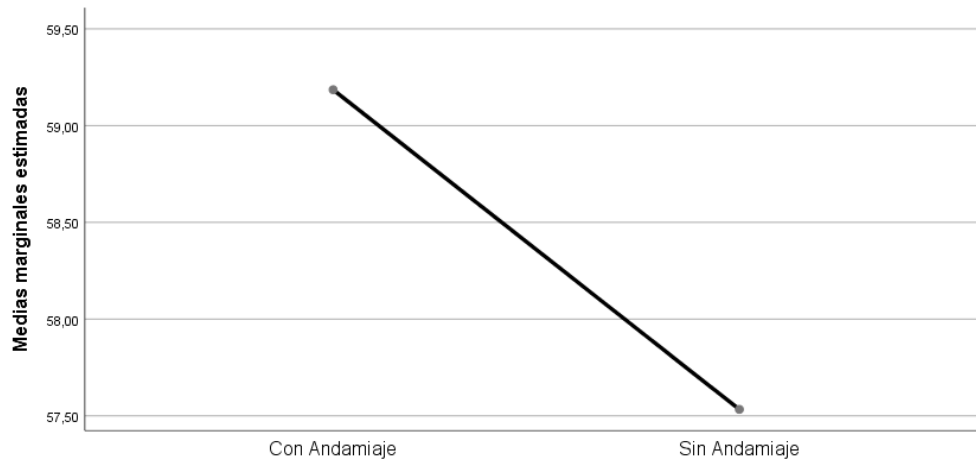
	Toma de decisiones y Solución de problemas	9,367	1	9,367	1,044	,312
Error	Logro de aprendizaje	2322,388	45	51,609		
	Autorregulación Metacognitiva	1353,927	45	30,087		
	Argumentación	406,050	45	9,023		
	Toma de decisiones y Solución de problemas	403,892	45	8,975		
Total	Logro de aprendizaje	62642,972	55			
	Autorregulación Metacognitiva	188762,000	55			
	Argumentación	22282,000	55			
	Toma de decisiones y Solución de problemas	81254,000	55			

Nota: Esta tabla muestra la prueba de inter-sujetos donde se observan las diferencias que son o no significativas. Elaboración propia.

En la Figura 14 se observa el resultado sobre la subescala cuando los estudiantes interactuaron en el ambiente con y sin andamiaje, es relevante aclarar que esta subcategoría pertenece a las estrategias cognitivas y metacognitivas de la prueba MSLQ que cuenta con 12 numerales para su correspondiente evaluación.

Figura 14

Efecto de la metacognición con y sin andamiaje.



Nota. Tomada del análisis en SPSS

Aunque el análisis de datos no reveló diferencias significativas en relación con el logro de aprendizaje, se observó que, en la misma subescala de metacognición, existen diferencias significativas respecto al logro de aprendizaje, $F(1, 398.921) = 7.730$, $p = 0.008$, multivariado $\eta^2 = 0.147$.

Por otro lado, las gráficas de las medias indican que la valoración en las pruebas de autorregulación metacognitiva ($M = 58.86$, $SD = 6.91$), toma de decisiones y solución de problemas ($M = 37.92$, $SD = 6.29$) aumentaron ligeramente cuando los participantes estuvieron expuestos al andamiaje. En cambio, otras variables como argumentación y logro de aprendizaje presentaron mejores resultados en el ambiente sin andamiaje.

La presente investigación evaluó el impacto del uso de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) que incorpora un andamiaje metacognitivo basado en diagramas de decisión y preguntas metacognitivas. A través de un diseño cuasiexperimental con grupos control y experimental, se

analizaron variables relacionadas con el logro de aprendizaje en circuitos eléctricos básicos, la argumentación y la metacognición de los estudiantes. Los resultados mostraron diferencias significativas en la metacognición, mientras que las otras variables analizadas no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

El hallazgo más relevante de la investigación fue la mejora significativa en la metacognición en el grupo que utilizó el andamiaje metacognitivo dentro del AVA. Este resultado se alinea con las teorías de Flavell (1979) y Brown (1987), quienes destacan la importancia de la metacognición en el aprendizaje y la regulación del conocimiento. Según Wolfoolk (2006), la metacognición involucra el conocimiento del aprendizaje, la regulación de estrategias y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. En este estudio, el uso de diagramas de decisión y preguntas metacognitivas ayudó a los estudiantes a desarrollar estas habilidades, favoreciendo una mayor autonomía en la regulación del pensamiento y la planificación en la resolución de problemas de circuitos eléctricos, por lo tanto, también su impacto en el logro de aprendizaje. Esta mejora en la metacognición puede explicarse a través del modelo de autorregulación de Schraw y Dennison (1994), donde la planificación, monitoreo y evaluación permiten un aprendizaje más consciente y efectivo.

El logro de aprendizaje, como variable dependiente, se ve influenciado por la capacidad de los estudiantes para procesar y estructurar la información de manera efectiva. La relación significativa entre metacognición y logro de aprendizaje sugiere que aquellos estudiantes que mejor regulan su propio aprendizaje tienden a obtener mejores resultados en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos. Según Zimmerman (2002), los estudiantes con mayor capacidad de autorregulación suelen demostrar un mejor desempeño académico, lo que respalda los hallazgos obtenidos.

Por otro lado, aunque la media de la variable de toma de decisiones y solución de problemas aumentó ligeramente en el grupo con andamiaje, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto podría explicarse a través del modelo de Toulmin (2009), que enfatiza que la argumentación se desarrolla en un proceso progresivo y requiere una práctica constante para su consolidación, así mismo con la solución de problemas involucra procesos cognitivos como el razonamiento analítico y la transferencia del conocimiento (Jonassen, 2000), lo que sugiere que una intervención más prolongada podría ser necesaria para generar cambios significativos en esta dimensión.

Los resultados obtenidos concuerdan con estudios previos que han demostrado que el uso de estrategias metacognitivas mejora la regulación del aprendizaje (Ossa et al., 2016). Investigaciones como las de Ramdhani et al. (2021) y Kataria y Sánchez (2020) han demostrado que los ambientes virtuales de aprendizaje pueden potenciar la metacognición cuando se combinan con herramientas digitales adecuadas. En este estudio, la metacognición tuvo una relación significativa con el uso del software, lo que refuerza la idea de que los entornos virtuales bien diseñados pueden facilitar la reflexión y el control del aprendizaje.

Sin embargo, en contraste con los estudios de Rodríguez (2020) y Campos et al. (2021), donde la argumentación y la solución de problemas mejoraron significativamente con el uso de estrategias metacognitivas, en este caso no se evidenciaron diferencias significativas. Una posible explicación podría ser la diferencia en los tiempos de intervención y la metodología utilizada. Mientras que en estos estudios se implementaron sesiones prolongadas con retroalimentación constante, en la presente investigación el uso del andamiaje metacognitivo fue durante bloques de dos horas por semana, lo que podría haber limitado su impacto en estas variables. Así como el estudio de Marthaliakirana et al. (2022), quienes encontraron que el

aprendizaje basado en problemas potencia el pensamiento crítico y la argumentación cuando se implementa con metodologías activas y reflexivas. Sin embargo, en este caso, los efectos observados se centraron en la metacognición y su impacto en el logro de aprendizaje más que en la argumentación.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la incorporación de andamiajes metacognitivos en ambientes virtuales de aprendizaje puede ser una estrategia efectiva para mejorar la metacognición de los estudiantes en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos. Esto es especialmente relevante en contextos donde se busca fomentar la autonomía en el aprendizaje y mejorar la capacidad de reflexión sobre los procesos cognitivos.

No obstante, el hecho de que no se hayan encontrado diferencias significativas en la argumentación y la solución de problemas sugiere que podrían requerirse estrategias adicionales o una mayor integración de los elementos del andamiaje dentro del AVA. Por ejemplo, podría ser útil complementar el andamiaje metacognitivo con estrategias de aprendizaje colaborativo o retroalimentación personalizada para potenciar el desarrollo de estas habilidades.

6. Conclusiones

La investigación demostró que el uso de un andamiaje metacognitivo dentro de un ambiente virtual de aprendizaje tiene un impacto positivo en la metacognición de los estudiantes y que esta, a su vez, tiene una relación significativa con el logro de aprendizaje. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la argumentación ni en la solución de problemas, validando parcialmente la hipótesis de que esta estrategia potenciaría tanto la argumentación como el rendimiento académico en la resolución de problemas de circuitos eléctricos básicos.

En cuando a la hipótesis nula, que postulaba que no se observarían mejoras significativas en el rendimiento académico con el uso del AVA con enfoque metacognitivo, los resultados muestran que esta hipótesis puede ser rechazada parcialmente, dado que sí hubo mejoras en la metacognición y su relación con el logro de aprendizaje, pero no en todas las variables dependientes analizadas.

Si bien se esperaba que la argumentación tuviera un impacto significativo, los resultados no mostraron diferencias relevantes en esta variable, lo que indica que es necesario implementar estrategias adicionales para fortalecerla. En contraste, la relación entre la metacognición y el logro de aprendizaje sugiere que los estudiantes que reflexionan sobre su proceso de aprendizaje tienen un mejor desempeño académico. Estos hallazgos refuerzan la importancia del andamiaje metacognitivo como herramienta pedagógica para fomentar el aprendizaje autónomo y estructurado.

De acuerdo con los objetivos de la investigación, se concluye que el desarrollo de un AVA con andamiaje metacognitivo favorece el aprendizaje en circuitos eléctricos básicos, aunque su impacto en la argumentación y la solución de problemas requiere un mayor tiempo de intervención y metodologías complementarias.

Futuras investigaciones podrían explorar combinaciones de estrategias didácticas para maximizar el impacto en todas las dimensiones del aprendizaje estudiadas, sería necesario implementar intervenciones más prolongadas y frecuentes, así como estrategias pedagógicas complementarias que permitan una mejor adaptación a las necesidades de los estudiantes. Esto garantizaría un aprendizaje más efectivo y sostenible en el tiempo.

7. Sugerencias y Limitaciones

En relación con el ejercicio de CLARION, para analizar más a fondo el proceso cognitivo del estudiante sería relevante verificar si el sujeto ha adquirido los conocimientos y habilidades durante la sesión, mediante una actividad final y la implementación de ejercicios adicionales que involucren circuitos más complejos. Además, resultaría interesante aplicar la prueba días después, con el fin de obtener resultados sobre variables como el uso de la memoria a corto y largo plazo, la asimilación de conceptos a través de la explicación, el planteamiento y manipulación de ecuaciones, y su resolución sin intervención directa sobre el tema. De este modo, el investigador podría tener una visión más clara de los métodos que utiliza el estudiante para aprender y, a partir de ello, estructurar actividades donde pueda desenvolverse con versatilidad.

Una de las limitaciones del estudio es la población, ya que inicialmente estaba planteada para los estudiantes de pregrado de la licenciatura en electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, donde nació la idea y se evidenció directamente la problemática, sin embargo, la baja cantidad de estudiantes e inscritos en circuitos I evitaría recolectar un número apropiado de datos y no se contaría con la población necesaria para realizar las intervenciones y actividades para analizar el logro de aprendizaje según cada caso.

Los estudiantes que participaron en la investigación necesitaron más tiempo para comprender la temática del modelo de Toulmin y los diagramas de decisión. Por esta razón, se considera conveniente asignar más tiempo al primer módulo y, si es preciso, ampliar las actividades y la explicación de estos dos temas.

Para un próximo estudio, ya sea este mismo o uno diferente, se implemente el ambiente de aprendizaje durante un período más extenso y con mayor frecuencia. Esto es especialmente

importante, ya que entre cada sesión presencial en el colegio y las de casa transcurría un intervalo de 7 días. Además, se presentaron interrupciones como cortes de electricidad y actividades institucionales que impidieron a los estudiantes acceder a las sesiones de manera continua. Aunque podían trabajar de forma asincrónica, no contaban con un espacio adecuado de estudio ni con el equipo necesario, como computadoras o la guía directa del docente, ya que utilizaban sus teléfonos móviles, lo que limitó su experiencia de aprendizaje.

La plataforma que soportó el Moodle presentó varios fallos durante la aplicación de los cursos en los dos grupos. El servidor se inhabilitó en dos ocasiones, una de ellas durante la clase de tecnología en la que los estudiantes estaban implementando el curso. Además, se realizó una actualización de Moodle justo cuando los estudiantes se encontraban en el módulo final de evaluación. Como resultado, no pudieron ver las encuestas del post test incrustadas dentro de la plataforma, y tuvieron que acceder a los enlaces directamente desde los formularios en una ventana separada, lo que afectó la experiencia y la continuidad que les hubiera proporcionado permanecer dentro de Moodle.

8. Referencias bibliográficas

Alves, P., Miranda, L., y Morais, C. (2017). The influence of virtual learning environments in students' performance. *Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 517-527.

Alexander, C. K., y Sadiku, M. N. O. (2016). *Fundamentals of Electric Circuits*. McGraw-Hill Education.

Arteaga-Martínez, B., Macías, J., y Pizarro, N. (2020). La representación en la resolución de problemas matemáticos: un análisis de estrategias metacognitivas de estudiantes de secundaria.

Uniciencia, 34(1), 263-280. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.34-1.15> Enlace:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34702020000100263

Azevedo, R., J. Cromley, D. Moos, J. Greene y F. Winters (2011). Adaptive Content and Process Scaffolding: A key to facilitating students' self-regulated learning with hypermedia. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53(1), pp.106-140. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Jeffrey-Greene>

Baker, M. J., y P. L. (2000). Visual representation and metacognition in decision making. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 91-105.

Barrera, Q. (2021) Mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes de los grados undécimo, en la temática de circuitos eléctricos básicos, con el uso de los simuladores. Tesis de maestría. Universidad de Santander UDES. Yopal. Colombia. Enlace: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/6e407e8f-2e98-46ca-99e0-47f9bd4faf9e/content>

Becerra, D. (2014) Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos. *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 14, número 64. Enlace: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n64/v14n64a7.pdf>

Beleño, G., Castellanos, Z. y Flórez, E. (2022) OVA como mediación tecnológica para la comprensión del circuito eléctrico simple en grado quinto. Tesis de especialización. Fundación Universitaria los Libertadores. Bogotá D.C. Colombia. Enlace: https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/6094/Beleño_Castellanos_Florez_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Beltran, J. y Bueno, J. (1995) Psicología de la educación. Barcelona. España. Marcombo S.A. Enlace:

https://books.google.com.co/books?id=AwYIq11wtjIC&pg=PA347&dq=andamiaje+cognitivo&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwj73bKU39qBAxV6SzABHbb4DUUQuwV6BAgEEAc#v=onepage&q=andamiaje%20cognitivo&f=false

Bruner, J. (1997) La educación, puerta de la cultura. Machado Grupo de distribución. S.L. Enlace.

https://books.google.com.co/books?id=yBN5DwAAQBAJ&pg=PT261&dq=argumentos+con+metacognicion&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwjD00a2gr2CAxXikyYFHVY-A6cQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=argumentos%20con%20metacognicion&f=false

Byrne, B. M. (2010). Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming. New York: Routledge.

Calderón, R (2022). Aprendizaje basado en problemas como estrategia educativa del proceso de enseñanza -a aprendizaje de electrotecnia y electrónica. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Enlace:

<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3628/1/77916.pdf>

Campos, E., Tecpan, S. y Zavala, G. (2021) Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo. Copyright by Sociedade Brasileira de Física. Printed in Brazil. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0463>

Cavaleda y Sanchez (2020) Desarrollo de la habilidad cognitiva desde la argumentación de los estudiantes del grado noveno en el aprendizaje de la electrónica mediado por cocodrile clips.

Universidad de Santander UDES Enlace:

<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/60ae1f04-74bb-4b14-b454-b67d73d785a9/content>

Caycedo, C. (2018) La resolución de problemas desde la regulación metacognitiva, hacia el aprendizaje del concepto de fracción. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Manizales.

Enlace:

https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/789/1/Resolución_problemas_regulación_metacognitiva_aprendizaje_concepto_fracción.pdf

Ceferino, N. y García, V. (2016) Desarrollo de competencias básicas en el manejo de circuitos eléctricos mediado por blended Learning a través de la metrología del aprendizaje basado en problemas. Tesis de maestría. Universidad Libre de Colombia. Enlace:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9568/Competencias%20en%20circuitos%20el%C3%A9ctricos%20con%20BLearning%20y%20ABP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chávez, J. (2006). Guía para el desarrollo de los procesos metacognitivos. Lima: Ministerio de Educación República del Perú.

Chinchilla, Y., Mongui, C., Sarabanda, A., y Pérez, A. (2018) Un dispositivo pedagógico desde la ruralidad para el desarrollo de competencias básicas. Educación y Ciencia - núm 21. año 2018 • Pág. 145 – 171. Doi: <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2018.21.e9404>

Díaz, A. (2009) La argumentación escrita. Colección didáctica y escritura. Editorial

Universidad de Antioquia. Enlace:

<https://selecciondocentes.educacionbogota.edu.co/Account/Login?ReturnUrl=%2FHome%2FIndex>

Druker, S. L. (2001) Relations Among Students' Argumentation Strategies, Conceptual Knowledge, and Task-Related Learning During Experimentation. Enlace: https://www.researchgate.net/profile/Stephen-Druker/publication/271328725_Relations_Among_Students'_Argumentation_Strategies_Conceptual_Knowledge_and_Task-Related_Learning_During_Experimentation/links/54c5b2b30cf256ed5a9baa5f/Relations-Among-Students-Argumentation-Strategies-Conceptual-Knowledge-and-Task-Related-Learning-During-Experimentation.pdf

Duncan, Teresa y Pintrich, Paul y Smith, David y Mckeachie, Wilbert. (2015). Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) Manual. 10.13140/RG.2.1.2547.6968.

Duschl, R. A., y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education.

Floyd, T. L. (2017). *Principios de Circuitos Eléctricos*. Pearson

Franco y Moreno. (2011) La argumentación como núcleo de la actividad demostrativa. Maestría en docencia de la matemática. Universidad Pedagógica Nacional. Enlace: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/218/TO-14228.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fuentes, C. y Alcaide, E. (2007) La argumentación lingüística y sus medios de expresión. Cuadernos de la lengua española. ARCO/LIBROS, S. L. Madrid. España. Enlace: <https://books.google.com.co/books?id=GbbhyaK0VZwC&printsec=frontcover&dq=la+argument>

[acion+que+es&hl=es-](#)

[419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=la%20argumentacion%2](#)

[0que%20es&f=false](#)

Fuentes, S., Arrieta, A., y Montes, D. (2020). Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de básica secundaria a través de la estrategia Reconocimiento y la Producción Argumentativa Crítica (RPAC). *Revista Espacios*, 41(44), 264-272.

Gaarder, J. (1991) El mundo de Sofia. Bogotá. Colombia. Editorial Norma.

García, J. (2020) El modelo argumentativo de Toulmin como elemento epistémico para la participación ciudadana: una aproximación en tiempos de pandemia. En-claves del pensamiento, vol. XIV, núm. 28, pp. 29-51. Universidad Autónoma Metropolitana. México. DOI: [10.46530/ecdp.v0i28.412](https://doi.org/10.46530/ecdp.v0i28.412)

George, D. y Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson

Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J. y Anderson, R. E. (2010) Multivariate data analysis (7th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Educational International.

Halpern, D. F. (2007). Halpern critical thinking assessment using everyday situations: Background and scoring standards. *Claremont, CA: Claremont McKenna College*.

Hambley, A. R. (2018). *Electronics: Principles and Applications*. McGraw-Hill Education.

Hamul, A. (2013) un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. Volume 2, Issue 8. Pages 211-216. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72714-](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72714-)

Hederich, C., Camargo, A., y López, O. (2021). Andamiajes computacionales para favorecer la autorregulación del aprendizaje: una revisión de investigaciones. *Catálogo Editorial*, 1(613), 114–150. <https://doi.org/10.15765/poli.v1i613.1794>

Hernández, J. (2017) Implementación de circuitos eléctricos para facilitar el aprendizaje de sistemas algebraicos lineales. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. ISSN 2007 – 7467. Enlace: <https://www.redalyc.org/pdf/4981/498153999004.pdf>

Huertas Torres, O. Y. (2014). Una interpretación semántica de la lectura y comprensión de los problemas de matemáticas en las pruebas externas nacionales en el grado quinto. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.

Iriarte, A. y Sierra, I. (2011) Estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos. Fondo editorial de la Universidad de Córdoba. Montería-Colombia Enlace: https://books.google.com.co/books?id=0hnQfuxQ7KIC&pg=PA56&dq=la+argumentacion+en+la+metacognición&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwj19521maWBAXWtl2oFHSu2AdMQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=argumentación&f=false

Inpang, P., Tunlasakul, K., Mungkung, N., Arunrungrusmi, S., y Yuji, T. (2020). The development of problem-based learning management in the course of Electrical instrumentation and electric circuits. In *International Conference on Science, Technology and Education, 2020 (ICSTE 2020)* (pp. 54-57).

Jonassen, D. H. (2000). *Computers as cognitive tools: Learning with technology*. *Educational Technology*, 40(2), 39-44.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational technology research and development*, 48(4), 63-85.

Kaçar, S., y Balım, A. G. (2021). Investigating the effects of argument-driven inquiry method in science course on students' levels of conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 816

Kataria, D., y Sanchez, G. (2020, October). Design on Project-Based Learning for Analog Circuits. In 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-4). IEEE.-845.

Kirchhoff, G. (1845). *Über die Auflösung der Gleichungen, auf welche man bei der Untersuchung der linearen Vertheilung galvanischer Ströme geführt wird*. *Annalen der Physik*.

Kline, R.B. (2011). Principles and practice of structural equation modeling (5th ed., pp. 3-427). New York: The Guilford Press.

Leniz, A., Zuza, K., y Guisasola, J. (2017). Students' reasoning when tackling electric field and potential in explanation of dc resistive circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010128.

León, O. y García, I. (2006) Metodologías científicas en psicología. Editorial UOC. Enlace: https://books.google.com.co/books?id=lmpu-qv4sUsC&pg=PA194&dq=metodologia+cuasi+experimental&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwiSwdetkZCCAxXslmoFHX0eCqMQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=metodologia%20cuasi%20experimental&f=false

Lineamientos Curriculares - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (s. f.).
Recuperado 6 de septiembre de 2022, de
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article89869.html>

López Vargas, O., Hederich-Martínez, C., y Camargo Uribe, Á. (2012). Logro en matemáticas, autorregulación del aprendizaje y estilo cognitivo. *Suma Psicológica*, 19(2), 39-50.

Manuaba, I. B. A. P., -No, Y., y Wu, C. C. (2022). The effectiveness of problem based learning in improving critical thinking, problem-solving and self-directed learning in first-year medical students: A meta-analysis. *PloS one*, 17(11), e0277339.

Manzanares, A. (2008) Sobre el aprendizaje basado en problemas. Escrivano, A y Del Valle, A. *El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en educación superior*. (pp. 17-27) Narcea. S.A. Enlace:
https://www.academia.edu/62092685/El_Aprendizaje_Basado_en_Problemas_Una_propuesta_metodológica_en_Educación_Superior

Marthaliakirana, A. D., Suwono, H., Saefi, M., y Gofur, A. (2022). Problem-based learning with metacognitive prompts for enhancing argumentation and critical thinking of secondary school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(9), 1-15.

Ministerio de Educación Nacional (1998) Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Enlace: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Mondragón, O. y Saenz, W. (2016) Estrategias metacognitivas ejecutivas para mejorar el logro de aprendizaje a partir de estilos cognitivos. Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia. Enlace:

<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/358/TO-19933.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Monereo, C., Badia, A., Baixeras, M. V., Boadas, E., Castelló, M., Guevara, I., ... y Monte, M. (2001). Ser estratégico y autónomo aprendiendo (pp. 11-27). Barcelona: Graó.

Naranjo, L. M., y Simbaña, V. P. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, (16), 299-313. Enlace: <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846097014.pdf>

Nilsson, J. W., y Riedel, S. A. (2018). *Electric Circuits*. Pearson.

Ohm, G. S. (1827). *Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet*. Riemann.

Ossa, C., Fernandez, S y Saiz, C. (2016) Estrategias metacognitivas en el desarrollo de análisis argumentativo. Livro de Atas do IV Seminário Internacional Cognição, Aprendizagem e Desempenho Centro de Investigação em Educação (CIED) Pg, 30-47 Enlace: <https://www.researchgate.net/publication/308359446> Estrategias metacognitivas en el desarrollo de analisis argumentativo

Perdana, R., Jumadi, J., Rosana, D., y Riwayani, R. (2020). The online laboratory simulation with concept mapping and problem based learning (ols-cmpbl): is it effective in improving students' digital literacy skills?. Jurnal Cakrawala Pendidikan, 39(2), 382-394.

Perilla, J. (2018). Las nuevas generaciones como un reto para la educación actual. Escuela de educación. Universidad Sergio Arboleda. Enlace: <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1585/Ambientes%20Virtuales%20de%20Aprendizaje.pdf?sequence=1>

Perri, P., Valero, P y Gómez, P. (1996). La problemática de las matemáticas escolares desde una perspectiva institucional. La problemática de las matemáticas escolares. Un reto para directivos y profesores. Una empresa docente. Universidad de los Andes. Enlace: <https://core.ac.uk/download/pdf/12341274.pdf>

Quijada, V. (2014) Aprendizaje virtual. Universidad de tercer milenio. Estado de México. Enlace: https://books.google.com.co/books?id=yH1VBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ambiente+virtual+de+aprendizaje&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=ambiente%20virtual%20de%20aprendizaje&f=false

Ramdhani, M., Aprillia, B. S., y Kustiawan, I. The Effectiveness of Problem-Based Learning Based on the Learning Management System on Critical Thinking Skills of Electronics Course Students. INVOTEC, 17(2), 158-166.

Reyes, J. (2020) Análisis de circuitos eléctricos como tema integrador en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Enlace: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78975/JovánAdriánReyesNiño-TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, E (2020) Los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de circuitos eléctricos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Manizales. Colombia. Enlace: <https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/1073>

Rodríguez-Oviedo, E., y Patiño-Franco, Y. A. (2021). Los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de circuitos eléctricos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 149-163.

Sánchez, D. (2013) Desarrollar la metacognición mediante el aprendizaje colaborativo en la unidad de circuitos eléctricos con la utilización de material educativo computarizado basado en la simulación. Tesis de maestría. Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil - Ecuador.
Enlace: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/41369>

Schraw, G., y Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational psychology*, 19(4), 460-475.

Schraw, G., y Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>

Sun, R. (2016) *Anatomy of the mind. Exploring Psychological Mechanisms and Processes with the Clarion Cognitive Architecture*. Oxford University Press. First Edition.

Sun, R. (2017) [The CLARION cognitive architecture: Towards a comprehensive theory of the mind](#). In: S. Chipman (ed.), *The Oxford Handbook of Cognitive Science*. Oxford University Press, New York.

Tena, J. (2009) *Circuitos electrónicos básicos. Sistema de carga y arranque*. Paraninfo.
Enlace: https://books.google.com.co/books?id=MQ-zOUCov5kC&printsec=frontcover&dq=que+son+los+circuitos+electricos+basicos&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=que%20son%20los%20circuitos%20electricos%20basicos&f=false

Tinoco, L. F. S., Heras, E. B., Hern, A., y Zapata, L. (2011). Validación del cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje forma corta-MSLQ SF, en estudiantes universitarios de una institución pública-Santa Marta. *Psicogente*, 14(25).

Toulmin, S. (1958). *Los usos del argumento*. Prensa universitaria: Cambridge. laboratorios. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishing.

Toulmin, S. (1958). *Los usos del argumento*. Prensa universitaria: Cambridge. Ver estadísticas de publicación

Toulmin, S. (1972). *Comprensión humana*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.

Valcarcel, M., Pro Bueno, A., Baneth, E. y Sánchez, G. (1990) *Problemática didáctica del aprendizaje de las ciencias experimentales*. Universidad de Murcia. Compobell. S.A Enlace: https://books.google.com.co/books?id=YoffLCnru0YC&pg=PA58&dq=ley+de+ohm+ley+de+resistencia+kirchhoff&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwi3kuiy1LqBAxX9lmoFHQxKDI0Q6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=ley%20de%20ohm%20ley%20de%20resistencia%20kirchhoff&f=false

Valencia, N. (2021). *Desarrollo de la auto eficiencia y la metacognición en ambientes E-Learning: andamiajes computacionales para favorecer el logro del aprendizaje*. Tesis doctorales. Universidad Pedagógica Nacional. Enlace: https://books.google.com.co/books?id=-hguEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metacognicion&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 39(6), 496-506.
<https://doi.org/10.1177/00222194060390060201>

Vargas, O. L., y Martínez, C. H. (2010). Efecto de un andamiaje para facilitar el aprendizaje autorregulado en ambientes hipermedia. *Revista colombiana de educación*, (58), 14-39

Velarde, J. (1989) *Historia de la lógica*. Universidad de Oviedo. Servicio de publicaciones.
Enlace:

https://books.google.com.co/books?id=KEUqkwQwjsC&pg=PA24&dq=la+dialectica+de+socrates&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwjrhfmVkemBAxXKI2oFHY2vDCcQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=la%20dialectica%20de%20socrates&f=false

Wood, D., Bruner, J.S. and Ross, G. (1976), THE ROLE OF TUTORING IN PROBLEM SOLVING. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17: 89-100.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

Woolflk, A. (2006) *Psicología educativa*. Novena edición. México. Pearson-Educación.
Enlace.

https://books.google.com.co/books?id=PmAHE32RuOsC&pg=PA257&dq=metacognicion&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwj3hYDZ4qKBAxV3mmoFHSWNBo8Q6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=argumentacion%20&f=false

Yerrick, R., Parke, H., y Nugent, G. (1997). Exploring the use of argument in science teaching and learning: Teaching argumentation in science classrooms. *International Journal of Science Education*, 19(2), 231-248.

Zambrano, S. B., Guerrero, C. A. Z., y Mora, A. K. C. (2022). Escala de pensamiento crítico adaptada en estudiantes universitarios de Colombia, México y Chile. *Revista de educación*, (25.1), 157-174.

Zimmerman, B. J., y Schunk, D. H. (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge.

Anexos

- ❖ Acceso al curso a través del siguiente enlace y sus correspondientes credenciales:
<https://reddeaprendizaje.org/moodle/login/index.php>, usuario: katheryn-bernal y contraseña: Aa.1234567892 , *Argumenta el Circuito Gp2* hace referencia al grupo control, es decir, sin andamiaje.
- ❖ [Cuestionario de conocimientos](#)
- ❖ [Estrategias de Aprendizaje y Motivación \(MSLO\)](#)
- ❖ [Test de Halpern](#)